

TUGAS AKHIR SS141501

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

**KRISNA WULANDARI
NRP 1313 100 002**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si.
Dra. Madu Ratna, M.Si.**

**PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKLTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR SS141501

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

**KRISNA WULANDARI
NRP 1313 100 002**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si.
Dra. Madu Ratna, M.Si.**

**PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - SS141501

MODELING FACTORS THAT INFLUENCE MORBIDITY RATE IN EAST JAVA USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

**KRISNA WULANDARI
NRP 1313 100 002**

**Supervisor
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si.
Dra. Madu Ratna, M.Si.**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI JAWA
TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK
SPLINE**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains**

Pada

**Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**KRISNA WULANDARI
NRP. 1313 100 002**


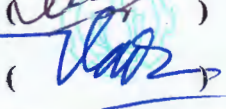
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si.

NIP. 19650603 198903 1 003

Dra. Madu Ratna, M.Si.

NIP. 19590109 198603 2 001

()
()

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

JUR. SURABAYA, JANUARI 2017

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

Nama : Krisna Wulandari
NRP : 1313100002
Jurusan : Statistika FMIPA – ITS
Dosen : 1. Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M. Si.
Pembimbing : 2. Dra. Madu Ratna, M.Si.

Abstrak

Morbidity adalah kondisi seseorang dikatakan sakit apabila keluhan kesehatan yang dirasakan menyebabkan terganggunya aktivitas sehari-hari yaitu tidak dapat melakukan kegiatan bekerja, mengurus rumah tangga, dan kegiatan normal sebagaimana biasanya. Semakin tinggi morbiditas, menunjukkan derajat kesehatan penduduk yang semakin buruk. Berdasarkan hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), pada tahun 2010 angka morbiditas Jawa Timur sebesar 28,4%, sedangkan pada tahun 2014 angka morbiditas Jawa Timur mencapai 30,21%. Adanya peningkatan angka morbiditas tersebut tentunya disebabkan oleh faktor-faktor baik gaya hidup maupun kondisi lingkungan di wilayah tersebut. Oleh karena itu, dilakukan sebuah penelitian berupa pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi morbiditas di Jawa Timur. Berdasarkan data yang diperoleh dari SUSENAS Jawa Timur tahun 2014, menunjukkan bahwa pola hubungan antara morbiditas penduduk dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya tidak mengikuti pola tertentu, sehingga pada penelitian ini digunakan metode regresi nonparametrik spline. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model regresi spline terbaik adalah menggunakan 3 titik knot dengan 6 variabel yang signifikan yaitu kepadatan penduduk, rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, Upah Minimum Kabupaten, persentase rumah tangga *Open Defecation* (OD), dan persentase rumah tangga dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter. Nilai R^2 yang diperoleh yaitu sebesar 89,72%.

Kata kunci : Angka Morbiditas, Jawa Timur, GCV, Regresi Non-parametrik Spline, Titik Knot.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING FACTORS THAT INFLUENCE MORBIDITY RATE IN EAST JAVA USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

Name : Krisna Wulandari
NRP : 131313100002
Department : Statistics FMIPA - ITS
Supervisor : 1. Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M. Si.
2. Dra. Madu Ratna, M.Si.

Abstract

Morbidity is the condition of a person if the perceived health complaints led to the disruption of daily activities that may not conduct work, taking care of the household, and normal activities as usual. The higher morbidity, indicating the health of the population is getting worse. Based on the results of the National Socioeconomic Survey (SUSENAS) in 2010 morbidity in East Java was 28.4%, whereas in 2014 morbidity in East Java reached 30.21%. The increase of the morbidity rate is certainly caused by factors both lifestyle and environmental conditions in the region. Therefore, a study in the form of modeling is conducted to determine the factors that affect morbidity in East Java. Based on data obtained from SUSENAS in East Java in 2014, relationship between the morbidity of the population and the factors that affect it is not in the certain pattern, so this study used a nonparametric spline regression method. The result of this study indicate that the best regression model is 3-point knots with 6 significant variables that are population density, the average length of the school, the percentage of poor people, the Minimum Wages District, the percentage of Open Defecation (OD) households, and the percentage of households with distances resources drinking water to the septic tank more than 10 meters. The model yields R^2 around 89,72%.

Keywords : *East Java, GCV, Knot Points, Morbidity Rate, Nonparametric Spline Regression*

(This page intentionally left blank)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta sholawat dan salam yang tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Syukur alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT atas ridho dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul.

“PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA MORBIDITAS DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE”

dapat terselesaikan tepat waktu. Proses penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Jurusan Statistika ITS
2. Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Statistika FMIPA ITS.
3. Bapak Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si dan Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, dan pengarahan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Setiawan, MS dan Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendoakan, memberikan semangat, motivasi serta dukungan selama ini.
6. Teman-teman terbaik penulis : Nina, Firdanissa, dan Rezalvi yang senantiasa memberikan dukungan selama ini.
7. Keluarga Kos Mbak Ilfa : Desy, Maudi, Ulfah, dan Vira yang senantiasa membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan tugas akhir : Dhira, Kiki, dan Octa atas kebersamaan selama ini dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Erris Prasetyo, yang selalu memberikan semangat, waktu, dan dukungan kepada penulis.

10. Seluruh keluarga besar Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, khususnya $\Sigma 24$ atas kebersamaannya selama ini.
11. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan beberapa pihak. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Analisis Regresi	8
2.3 Regresi Nonparametrik Spline	8
2.4 Estimasi Parameter.....	9
2.5 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	11
2.6 Koefisien Determinasi.....	11
2.7 Pengujian Parameter Regresi	12
2.8 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi	13
2.9 Morbiditas	15
2.10 Kerangka Konsep Penelitian.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Struktur Data	20
3.4 Langkah Analisis.....	21

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Timur.....	23
4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Timur.....	28
4.3 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	31
4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot.....	31
4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot.....	33
4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot.....	34
4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Knot.....	36
4.3.5 Pemilihan Model Terbaik.....	37
4.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline	38
4.4.1 Pengujian Serentak.....	39
4.4.2 Pengujian Individu	39
4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Enam Variabel Prediktor.....	41
4.5.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot Pada Enam Variabel	42
4.5.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot Pada Enam Variabel	43
4.5.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot Pada Enam Variabel	44
4.5.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Knot Pada Enam Variabel	46
4.5.5 Pemilihan Model Terbaik Pada Enam Variabel	47
4.6 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline Pada Enam Variabel Prediktor.....	48

4.6.1 Pengujian Serentak Serentak Enam Variabel Prediktor	48
4.6.2 Pengujian Individu Enam Variabel Prediktor	49
4.7 Pengujian Asumsi Residual.....	50
4.7.1 Pengujian Normalitas Residual	50
4.7.2 Pengujian Asumsi Identik	51
4.8 Koefisien Determinasi	52
4.9 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline.	52
4.10 Rekomendasi Untuk Pemerintah Jawa Timur	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	69
BIODATA PENULIS	115

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 3.1	Variabel Penelitian	19
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Faktor Angka Morbiditas Jawa Timur	24
Tabel 4.2	Nilai GCV Satu Titik Knot	32
Tabel 4.3	Nilai GCV Dua Titik Knot.....	34
Tabel 4.4	Nilai GCV Tiga Titik Knot	35
Tabel 4.5	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot.....	37
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai GCV	38
Tabel 4.7	Analisis Ragam Uji Serentak	39
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Regresi Tujuh Variabel	40
Tabel 4.9	Nilai GCV Satu Titik Knot Enam Variabel	42
Tabel 4.10	Nilai GCV Dua Titik Knot Enam Variabel.....	44
Tabel 4.11	Nilai GCV Tiga Titik Knot Enam Variabel.....	45
Tabel 4.12	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot Enam Variabel.....	47
Tabel 4.13	Perbandingan Nilai GCV Pada Enam Variabel	47
Tabel 4.14	Analisis Ragam Uji Serentak Model Enam Variabel.....	49
Tabel 4.15	Estimasi Parameter Regresi Enam Variabel	49
Tabel 4.16	Analisis Ragam Uji Glejser	51
Tabel 4.17	Skenario Model Angka Morbiditas.....	62

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 4.1	Angka Morbiditas Setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Timur.....23
Gambar 4.2	Pola Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Angka Morbiditas28
Gambar 4.3	Pola Hubungan Angka Buta Huruf dengan Angka Morbiditas28
Gambar 4.4	Pola Hubungan Rata-Rata Lama Sekolah dengan Angka Morbiditas29
Gambar 4.5	Pola Hubungan Persentase Penduduk Miskin dengan Angka Morbiditas.....29
Gambar 4.6	Pola Hubungan UMK dengan Angka Morbiditas .30
Gambar 4.7	Pola Hubungan Persentase Rumah Tangga OD dengan Angka Morbiditas30
Gambar 4.8	Pola Hubungan Persentase Rumah Tangga Jarak Sumber Air Minum dengan Penampungan Kotoran Lebih dari 10 Meter31
Gambar 4.9	Uji Normalitas Residual <i>Kolmogorv-Smirnov</i>51
Gambar 4.10	Kepadatan Penduduk Berdasarkan Interval Titik Knot.....54
Gambar 4.11	Rata-Rata Lama Sekolah Berdasarkan Interval Titik Knot.....55
Gambar 4.12	Persentase Penduduk Miskin Berdasarkan Interval Titik Knot57
Gambar 4.13	UMK Berdasarkan Interval Titik Knot58
Gambar 4.14	Persentase Rumah Tangga OD Berdasarkan Interval Titik Knot59
Gambar 4.15	Persentase Rumah Tangga Air Minum Terlindungi Berdasarkan Interval Titik Knot.....61

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran 1	Data Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Timur dan Faktir-Faktor Yang Mempengaruhi Tahun 2014	69
Lampiran 2	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i>	71
Lampiran 3	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i>	74
Lampiran 4	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i>	77
Lampiran 5	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i>	80
Lampiran 6	Program Pemilihan Titik Knot Optimal Enam Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan <i>Software R</i>	89
Lampiran 7	Program Estimasi Parameter dengan Tiga Titik Knot	97
Lampiran 8	Program Uji Glejser untuk Tiga Titik Knot.....	100
Lampiran 9	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor	102
Lampiran 10	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor	103
Lampiran 11	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor	104
Lampiran 12	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor.....	105
Lampiran 13	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor.....	106

Lampiran 14	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor	107
Lampiran 15	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model Pada Tujuh Variabel Prediktor.....	108
Lampiran 16	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model Pada Enam Variabel Prediktor.....	110
Lampiran 17	Output Uji Glejser	112
Lampiran 18	Surat Pernyataan Data	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang telah disepakati oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) mempunyai fokus utama, yaitu meningkatkan kesejahteraan manusia dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu aspek yang menjadi alat pengukur tingkat kesejahteraan manusia di Indonesia disebut Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Sumber Daya Manusia (SDM) yang sehat secara fisik diharapkan menjadi manusia berkualitas yang dapat ikut berperan dalam pembangunan untuk mewujudkan kesejahteraan rakyat (BPS Jatim, 2014). Menurut *World Health Organization* (WHO), sehat adalah suatu keadaan yang sempurna baik secara fisik, mental, dan sosial, serta bebas dari penyakit atau kelemahan. Oleh karena itu, indikator kesehatan suatu daerah dapat ditinjau dari jumlah penduduk yang mengalami kesakitan atau terjangkau suatu penyakit.

Menurut Sirusa BPS (2016), kesakitan atau keluhan kesehatan di Indonesia disebut sebagai morbiditas. Pengertian morbiditas adalah keadaan sakit atau kondisi yang mengubah kesehatan dan kualitas hidup (Kamus Kesehatan, 2014). Pengertian lain mengenai morbiditas adalah kondisi seseorang dikatakan sakit apabila keluhan kesehatan yang dirasakan menyebabkan terganggunya aktivitas sehari-hari yaitu tidak dapat melakukan kegiatan bekerja, mengurus rumah tangga, dan kegiatan normal sebagaimana biasanya (BPS RI, 2009). Jika aktivitas sehari-hari manusia terganggu, maka akan berdampak pada menurunnya Sumber Daya Manusia (SDM). Semakin tinggi morbiditas, menunjukkan derajat kesehatan penduduk yang semakin buruk. Sebaliknya apabila morbiditas semakin rendah, maka menunjukkan bahwa derajat kesehatan penduduk yang semakin baik (BPS RI, 2009). Menurut Ardhiyanti (2013), angka morbiditas mempunyai peranan yang lebih penting dibandingkan dengan

angka kematian. Hal ini disebabkan apabila angka kesakitan tinggi, maka akan memicu kematian sehingga menyebabkan angka kematian juga tinggi, sehingga angka harapan hidup di suatu wilayah akan rendah. Secara umum dapat dikatakan bahwa terwujudnya derajat kesehatan masyarakat secara optimal merupakan salah satu unsur kesejahteraan dari tujuan nasional, yaitu kemampuan hidup sehat bagi setiap penduduk (Kartasasmita, 2009). Derajat kesehatan bagi setiap penduduk dipengaruhi oleh empat faktor yaitu lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan, dan keturunan. Oleh karena itu, indikator yang mampu mengukur derajat kesehatan adalah indikator-indikator morbiditas atau kesakitan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh ahli kesehatan, morbiditas disebabkan oleh sindrom gawat napas neonatus, tuberkulosis, dan diare (Tobing, 2004). Penyakit asma, tuberkolusis, dan diare menimbulkan dampak negatif pada kehidupan pasien yang menyebabkan seseorang sering tidak masuk sekolah, membatasi aktivitas pribadi maupun keluarga, dan penurunan produktivitas kerja (Kartasasmita, 2009). Penyakit-penyakit tersebut muncul karena gaya hidup dan pola makan yang salah, serta lingkungan yang kotor yang disebabkan karena minimnya pengetahuan mengenai masalah kesehatan itu sendiri, baik tentang gizi maupun lingkungan. Menurut Depkes RI (2003), terdapat tiga dimensi yang menunjukkan indikator-indikator morbiditas yaitu, dimensi umur panjang dan sehat, dimensi pengetahuan, dan dimensi kehidupan yang layak. Dimensi umur panjang dan sehat diukur berdasarkan angka harapan hidup, dimensi pengetahuan diukur berdasarkan angka buta huruf, sedangkan dimensi kehidupan yang layak diukur berdasarkan persentase penduduk tanpa akses terhadap air bersih dan persentase penduduk tanpa akses terhadap sarana kesehatan.

Morbiditas di suatu wilayah berbeda dengan wilayah lainnya, karena tergantung oleh kualitas hidup yang mampu dicapai oleh penduduk. Jawa Timur merupakan provinsi dengan luas wilayah terbesar di Pulau Jawa. Jumlah penduduk Jawa Timur

pada tahun 2010 mencapai 37.476.757 jiwa. Berdasarkan hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), pada tahun 2010 angka morbiditas penduduk Jawa Timur sebesar 28,4%, yang artinya bahwa dari 100 penduduk terdapat sekitar 28 penduduk yang mengalami keluhan sakit. Pada tahun 2014 angka morbiditas penduduk Jawa Timur mencapai 30,21%, hal ini menunjukkan terjadi peningkatan angka morbiditas Jawa Timur dibandingkan tahun sebelumnya. Adanya peningkatan angka morbiditas tersebut tentunya disebabkan oleh faktor-faktor di setiap wilayah yang berbeda-beda. Oleh karena itu, dilakukan sebuah penelitian berupa pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi angka morbiditas di Jawa Timur.

Penelitian sebelumnya mengenai morbiditas penduduk di Jawa Timur telah dilakukan oleh Hanum (2013) menggunakan metode *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR). Penelitian tersebut menggunakan data tahun 2010 dengan tujuan mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap morbiditas penduduk yang ditinjau dari letak lokasi kabupaten dan kota. Penelitian lain dilakukan oleh Ardhiyanti (2013) mengenai peningkatan morbiditas penduduk di Provinsi Bali menggunakan *Structural Equation Modeling* (SEM) dikarenakan variabel respon yang digunakan adalah peningkatan morbiditas yang tidak dapat diukur (variabel laten). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi morbiditas di Provinsi Jawa Timur dimana variabel respon yang digunakan merupakan angka morbiditas, sehingga metode yang digunakan adalah analisis regresi. Berdasarkan data yang diperoleh dari SUSENAS Provinsi Jawa Timur tahun 2014, menunjukkan bahwa pola hubungan antara angka morbiditas penduduk dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya tidak memiliki pola tertentu, sehingga pada penelitian ini digunakan metode regresi nonparametrik. Menurut Eubank (1988) regresi nonparametrik adalah metode regresi yang digunakan ketika kurva regresinya tidak diketahui serta hanya diasumsikan *smooth* dalam arti termuat pada ruang fungsi tertentu. Fungsi yang digunakan dalam regresi

nonparametrik pada penelitian ini adalah Spline karena Spline merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat tersegmen, sehingga mempunyai fleksibilitas tinggi dan dapat menyesuaikan diri terhadap karakteristik lokal suatu data.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik angka morbiditas di Jawa Timur ?
2. Bagaimana pemodelan angka morbiditas di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik Spline ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengkaji karakteristik angka morbiditas di Jawa Timur berdasarkan variabel-variabel yang digunakan.
2. Memodelkan angka morbiditas di Jawa Timur menggunakan Regresi Nonparametrik Spline.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan memberi informasi kepada pemerintah Jawa Timur mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi angka morbiditas sehingga nantinya dapat dijadikan pertimbangan dalam pelaksanaan program-program pemerintah khususnya di bidang kesehatan.
2. Memberikan informasi tentang penerapan Regresi Nonparametrik Spline khususnya untuk pemodelan angka morbiditas di Jawa Timur.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan dan acuan bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dilakukan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder pada tahun 2014 yang diambil dari Badan Pusat Statistika.
2. Fungsi Spline yang digunakan adalah *Spline Truncated Linear*.
3. Titik knot yang digunakan adalah satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
4. Titik knor optimal dipilih dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation (GCV)*.
5. Penelitian dilakukan dengan tidak memperhatikan faktor budaya dari setiap kabupaten atau kota di Jawa Timur.
6. Penelitian dilakukan dengan tidak memperhatikan pembagian wilayah administrasi pemerintahan, khususnya wilayah perkotaan dan pedesaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif merupakan metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Statistika deskriptif hanya memberikan gambaran data dan tidak dapat menarik suatu kesimpulan dari permasalahan yang ada. Statistika deskriptif menyajikan data dalam bentuk ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, diagram, tabel, grafik, serta kecenderungan suatu gugus data, sehingga data dapat dibaca secara ringkas dan menarik. Ukuran pemusatan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mean* atau rata-rata dan median dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

\bar{x} : *mean*

x_i : pengamatan ke- i , $i=1,2,\dots,n$

n : banyak pengamatan

$$\begin{aligned} \text{Median} &= \frac{x_{n+1}}{2}, \text{ jika } n \text{ ganjil} \\ \text{Median} &= \frac{\frac{x_n}{2} + \frac{x_{n+1}}{2}}{2}, \text{ jika } n \text{ genap} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Ukuran penyebaran data yang digunakan adalah varians atau s^2 . Berikut merupakan rumus varians:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.3)$$

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah metode Statistika yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih (Drapper dan Smith, 1992). Variabel yang mempengaruhi adalah variabel X (variabel prediktor) dan variabel yang dipengaruhi adalah variabel Y (variabel respon). Selain menjelaskan pola hubungan variabel, regresi juga dapat digunakan untuk keperluan peramalan (*forecasting*). Pola hubungan variabel ini dapat digambarkan melalui *scatter plot*. Plot tersebut dapat menunjukkan apakah pola hubungan membentuk pola linier, kuadratik, maupun kubik. Namun, juga sering ditemukan kasus dimana pola hubungan antar variabel tidak membentuk suatu pola khusus.

2.3 Regresi Nonparametrik Spline

Regresi nonparametrik merupakan suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya, hanya diasumsikan *smooth* (mulus) dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1988). Model regresi nonparametrik secara umum dapat disajikan sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2.4)$$

dimana y_i merupakan variabel respon, x_i merupakan variabel prediktor, $f(x_i)$ merupakan fungsi regresi yang tidak mengikuti pola tertentu, dan $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$.

Menurut Budiantara (2009), data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti. Spline merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat tersegmen. Sifat tersegmen ini memberikan fleksibilitas lebih dari polinomial biasa, sehingga memiliki kelebihan untuk dapat menyesuaikan diri dengan lebih efektif terhadap karakteristik lokal suatu data. Misalnya terdapat data

$(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}, y_i)$, hubungan antara $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ dan y_i (variabel respon) didekati dengan model regresi nonparametrik:

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,n \quad (2.5)$$

f merupakan kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya. Apabila kurva regresi f merupakan model aditif dan dihipotesis dengan fungsi spline maka diperoleh model regresi sebagai berikut,

$$y_i = \sum_{j=1}^p f(x_{ji}) + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,n \quad (2.6)$$

dimana :

$$f(x_{ji}) = \sum_{h=0}^q \beta_{hj} x_{ji}^h + \sum_{l=1}^m \beta_{(q+l)j} (x_{ji} - k_{lj})_+^q + \varepsilon_i, i=1,2,\dots,n \quad (2.7)$$

dengan,

$$(x_{ji} - k_{lj})_+^q = \begin{cases} (x_{ji} - k_{lj})^q, & x_{ji} \geq k_{lj} \\ 0, & x_{ji} \leq k_{lj} \end{cases} \quad (2.8)$$

dan $k_{1j}, k_{2j}, \dots, k_{mj}$ merupakan titik knot yang menunjukkan perubahan perilaku dari fungsi pada sub-sub interval tertentu. Nilai q merupakan derajat polinomial. Kurva polinomial derajat satu disebut kurva linier, kurva polinomial derajat dua disebut kurva kuadratik serta derajat tiga disebut kurva kubik. Persamaan (2.6) dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y_i = & \beta_{01} + \beta_{11}x_{1i} + \dots + \beta_{q1}x_{1i}^q + a_{11}(x_{1i} - k_{11})_+^q + \dots + a_{m1}(x_{1i} - k_{m1})_+^q + \\ & \beta_{02} + \beta_{12}x_{2i} + \dots + \beta_{q2}x_{2i}^q + a_{12}(x_{2i} - k_{12})_+^q + \dots + a_{m2}(x_{2i} - k_{m2})_+^q + \dots + \\ & \beta_{0p} + \beta_{1p}x_{pi} + \dots + \beta_{qp}x_{pi}^q + a_{1p}(x_{pi} - k_{1p})_+^q + \dots + a_{mp}(x_{pi} - k_{mp})_+^q + \varepsilon_i \end{aligned}$$

2.4 Estimasi Parameter

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi nonparametrik spline adalah *Ordinary Least Square*

(OLS). Metode OLS mengestimasi parameter model regresi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Berikut merupakan bentuk penyajian matriks dari model regresi nonparametrik spline:

$$\tilde{\mathbf{y}} = \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.9)$$

dimana

$$\tilde{\mathbf{y}} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & (x_{11} - k_{11})_+ & \cdots & x_{p1} & (x_{p1} - k_{mp})_+ \\ 1 & x_{12} & (x_{12} - k_{11})_+ & \cdots & x_{p2} & (x_{p2} - k_{mp})_+ \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & (x_{1n} - k_{11})_+ & \cdots & x_{pn} & (x_{pn} - k_{mp})_+ \end{pmatrix}$$

Berdasarkan persamaan (2.9), residual dapat ditulis seperti Persamaan (2.10).

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.10)$$

Jumlah kuadrat residual dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}})'(\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= \tilde{\mathbf{y}}'\tilde{\mathbf{y}} - \tilde{\mathbf{y}}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} - \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} + \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \tilde{\mathbf{y}}'\tilde{\mathbf{y}} - 2\tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\tilde{\mathbf{y}} + \tilde{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\tilde{\boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Agar nilai $\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}$ minimum, maka turunan pertama terhadap $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial(\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon})}{\partial \tilde{\boldsymbol{\beta}}} = 0 \quad (2.12)$$

Persamaan terakhir memberikan:

$$\begin{aligned}
-2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 0 \\
\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= \mathbf{X}'\mathbf{y} \\
(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}
\end{aligned} \tag{2.13}$$

2.5 Pemilihan Titik Knot Optimal

Model regresi spline terbaik merupakan model yang memiliki titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pola data. Salah satu metode yang digunakan untuk pemilihan titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik jika dibandingkan dengan metode lain, misalnya *Cross Validation* (CV) (Wahba, 1990). Model spline dengan nilai GCV terkecil dari titik knot optimal merupakan model spline yang terbaik (Budiantara, 2000). Metode GCV dapat dituliskan sebagai berikut (Eubank, 1988),

$$GCV(k) = \frac{MSE(k)}{[n^{-1}trace(\mathbf{I} - \mathbf{A})]^2} \tag{2.14}$$

dimana \mathbf{I} adalah matriks identitas, n merupakan jumlah pengamatan, $k = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ merupakan titik-titik knot, dan

$$MSE(k) = n^{-1} \sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{f}(x_i) \right)^2 \tag{2.15}$$

serta $\mathbf{A} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T$.

2.6 Koefisien Determinasi

Semakin tinggi nilai R^2 yang dihasilkan suatu model, maka semakin baik pula variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dalam menjelaskan variabilitas variabel respon (Drapper dan Smith, 1992). Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung R^2 ,

$$R^2 = \frac{\hat{\beta}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2}{\mathbf{y}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2} \times 100\% \quad (2.16)$$

Selain itu, pemilihan model juga akan memperhatikan banyak parameter yang digunakan dalam model tersebut. Hal ini dijelaskan oleh prinsip parsimoni, dimana suatu model regresi yang baik adalah model regresi dengan banyak parameter sesedikit mungkin tetapi mempunyai R^2 yang cukup tinggi.

2.7 Pengujian Parameter Model Regresi

Uji parameter model regresi dilakukan untuk menentukan variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon. Pada regresi nonparametrik spline, uji parameter model regresi dilakukan setelah mendapatkan model regresi dengan titik knot optimal berdasarkan GCV yang paling minimum. Terdapat dua tahap pengujian parameter yaitu pengujian secara serentak dan secara parsial.

1. Pengujian Secara Serentak

Pengujian parameter model secara serentak merupakan uji parameter kurva regresi secara simultan dengan menggunakan uji F . Diberikan model regresi nonparametrik spline derajat q dengan knot-knot k_1, k_2, \dots, k_m :

$$y_i = \sum_{h=0}^q \beta_h x_i^h + \sum_{l=1}^m \beta_{q+l} (x_i - k_l)_+^q + \varepsilon_i \quad (2.17)$$

Hipotesis pada uji serentak sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{q+m} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, q + m$$

Nilai $q+m$ merupakan banyak parameter dalam model regresi nonparametrik spline kecuali β_0 . Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.18)$$

dengan

$$MSR = \frac{SSR}{df_{reg}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{q + m} \text{ dan } MSE = \frac{SSE}{df_{error}} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - (q + m) - 1}$$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{\alpha; (s, n-(q+m)-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

2. Pengujian Secara Individu

Pengujian secara individu dilakukan untuk mengetahui apakah parameter secara individual mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon, dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, q + m$$

Pengujian secara individu dilakukan dengan menggunakan uji t (Draper dan Smith, 1992). Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_k)}} \quad (2.19)$$

dengan

$$\text{var}(\hat{\beta}_k) = \text{diag}[(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \hat{\sigma}^2]_k$$

dimana $\hat{\sigma}^2$ merupakan MSE . H_0 ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2; (n-(q+m)-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

2.8 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi

Pengujian asumsi residual (*goodness of fit*) model regresi dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan sudah memenuhi ketiga asumsi yaitu identic dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi independen tidak dilakukan karena data yang digunakan adalah data *cross section*.

1. Uji Normalitas

Uji *Kolmogorov-Smirnov* bertujuan untuk mengetahui apakah suatu data telah mengikuti suatu distribusi tertentu.

Formulasi hipotesis:

$$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$$

$$H_1 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$$

atau

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji :

$$D = \sup_{\varepsilon} |F_n(\varepsilon) - F_0(\varepsilon)| \quad (2.20)$$

Tolak H_0 apabila $D > D_{\alpha}$.

D_{α} adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov Smirnov* satu sampel, diperoleh dari tabel *Kolmogorov Smirnov* satu sampel, $F_n(\varepsilon)$ adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) berdasarkan data sampel, $F_0(\varepsilon)$ adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) dibawah H_0 .

2. Asumsi Identik

Asumsi identik terpenuhi apabila varians antar residual sama, atau tidak terjadi heteroskedastisitas (Gujarati, 2003).

$$\text{var}(y_i) = \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.21)$$

Uji identik dapat menggunakan uji Glejser. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$$

Langkah pertama dalam uji Glejser yaitu apabila telah didapatkan ε dari model regresi, selanjutnya dilakukan regresi $|\varepsilon_i|$ terhadap X sehingga diperoleh nilai F_{hitung} . Statistik uji yang digunakan sebagaimana Persamaan (2.22)

$$F_{hitung} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\bar{\varepsilon}|)}{v-1}}{\frac{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\hat{\varepsilon}_i|)}{n-v}} \quad (2.22)$$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{\alpha; (v-1, n-v)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, dimana nilai v adalah banyaknya parameter model Glejser.

2.9 Morbiditas

Morbiditas adalah kondisi seseorang dikatakan sakit apabila keluhan kesehatan yang dirasakan menyebabkan terganggunya aktivitas sehari-hari yaitu tidak dapat melakukan kegiatan bekerja, mengurus rumah tangga, dan kegiatan normal sebagaimana biasanya (Sirusa BPS, 2016). Lamanya terganggu tidak merujuk pada keluhan yang terberat saja, melainkan mencakup jumlah hari untuk semua keluhan kesehatan dalam satu bulan terakhir. Keluhan yang dimaksud tidak harus mengakibatkan terganggunya aktivitas (pekerjaan, sekolah dan kegiatan sehari-hari) serta tidak harus melakukan pengobatan. Sedangkan keluhan yang mengakibatkan terganggunya aktivitas (pekerjaan, sekolah, dan kegiatan sehari-hari), selanjutnya disebut sebagai kesakitan/*morbidity*. Rumus untuk menghitung angka morbiditas adalah sebagai berikut,

$$AM = \frac{JPKK}{JP} \times 100 \quad (2.23)$$

Keterangan :

AM : angka morbiditas

JPKK : jumlah penduduk yang mengalami keluhan kesehatan dan terganggunya aktivitas

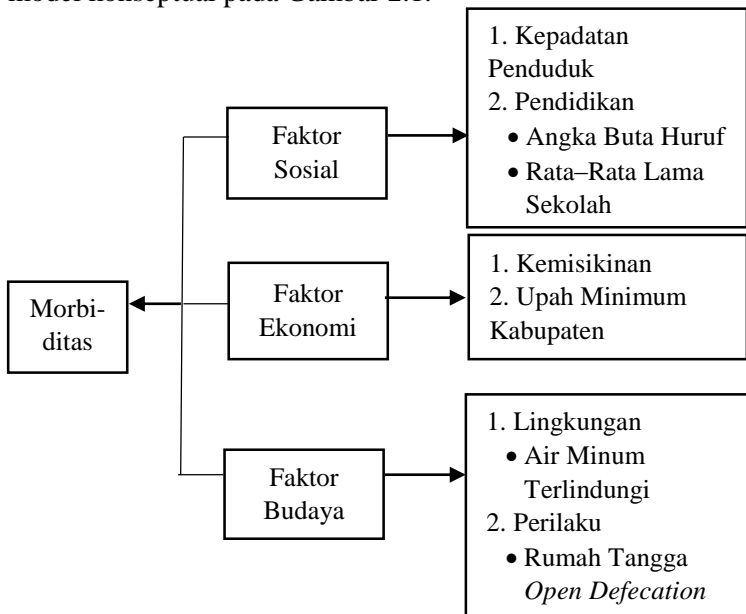
JP : jumlah penduduk

Angka morbiditas didapatkan melalui Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) yang dimanfaatkan untuk mengukur tingkat kesehatan masyarakat secara umum yang dilihat dari adanya keluhan yang mengindikasikan terkena suatu penyakit tertentu,

pengetahuan mengenai derajat kesehatan suatu masyarakat dapat menjadi pertimbangan dalam pembangunan bidang kesehatan, yang bertujuan agar semua lapisan masyarakat memperoleh pelayanan kesehatan secara mudah, murah dan merata. Melalui upaya tersebut, diharapkan akan tercapai derajat kesehatan masyarakat yang lebih baik (Sirusa BPS, 2016).

2.10 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep adalah kerangka hubungan antara konsep yang ingin diamati atau diukur yang menjelaskan bagaimana hubungan masalah dengan variabel lain yang diduga sebagai penyebab timbulnya masalah. Menurut Lembaga Demografi Universitas Indonesia (2010), faktor determinan morbiditas merupakan faktor sosial, ekonomi, dan budaya, sehingga diperoleh model konseptual pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Model Konseptual Faktor-Faktor Morbiditas

Berdasarkan faktor determinan yang berhubungan dengan morbiditas, maka diperoleh aspek-aspek yang diduga mempengaruhi morbiditas sebagai berikut.

1. Faktor Sosial

Faktor sosial merupakan faktor yang lahir, tumbuh, dan berkembang dalam kehidupan bersama (Salim, 2002). Menurut Anderson dalam Muzaham (1995) faktor sosial meliputi pendidikan dan suku bangsa. Menurut Kusbiyantoro (2010) peningkatan pendidikan merupakan upaya mencegah morbiditas. Pada penelitian yang dilakukan Ardhiyanti (2013) tingkat pendidikan suatu wilayah tercermin pada angka buta huruf karena dapat menunjukkan ketidakmampuan penduduk di suatu wilayah dalam menyerap informasi dari berbagai media, berkomunikasi secara lisan, dan tertulis. Selain angka buta huruf, pada tahun 2014 BPS menggunakan rata-rata lama sekolah sebagai indikator pendidikan. Penelitian lain mengenai morbiditas dilakukan Fuhrer (2002), menghasilkan kesimpulan bahwa budaya dan jenis kelamin yang berbeda menghasilkan pola morbiditas dan mortalitas yang berbeda pula. Sedangkan berdasarkan penelitian Arola (2003), menyatakan bahwa usia dan jenis kelamin berpengaruh terhadap *job control* seseorang pekerja dan *job control* yang rendah meningkatkan banyaknya absensi karena sakit.

2. Faktor Ekonomi

Faktor-faktor yang berkaitan dengan ekonomi antara lain laju pertumbuhan ekonomi, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita, dan Upah Minimum Kabupaten (UMK). Berdasarkan penelitian Ardhiyanti (2013) PDRB per kapita dan UMK mempunyai pengaruh negatif terhadap peningkatan morbiditas. Berdasarkan penelitian Warouw (2002) menyatakan bahwa morbiditas dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan kemiskinan. Semakin tinggi angka kemiskinan di suatu wilayah, maka kemampuan daya beli

masyarakat terhadap makanan bergizi akan semakin rendah, sehingga angka morbiditas akan semakin tinggi.

3. Lingkungan dan Perilaku

Morbiditas mencerminkan keadaan kesehatan yang sesungguhnya sebab mempunyai hubungan yang erat dengan faktor lingkungan seperti kurang gizi, penyakit infeksi, perumahan, air minum yang sehat, kebersihan lingkungan, dan pelayanan kesehatan (Kardjati, 1985).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur, Laporan Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) dan Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2014. Unit penelitian yang digunakan merupakan 38 kabupaten dan kota di provinsi Jawa Timur.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah angka morbiditas penduduk provinsi Jawa Timur, sedangkan variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap angka morbiditas penduduk diperoleh dari penelitian-penelitian sebelumnya yang diuraikan dalam Tabel 3.1 berikut,

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Angka morbiditas
X ₁	Kepadatan penduduk
X ₂	Angka buta huruf
X ₃	Rata-rata lama sekolah penduduk 15 tahun keatas
X ₄	Persentase penduduk miskin
X ₅	Upah Minimum Kabupaten/ Kota (UMK)
X ₆	Persentase rumah tangga <i>Open Defecation</i> (OD)
X ₇	Persentase rumah tangga dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter

Berikut ini merupakan keterangan dari variabel penelitian menurut Sirusa BPS (2016).

1. Variabel Y merupakan angka morbiditas (%). Angka morbiditas merupakan persentase penduduk yang mengalami keluhan sakit (morbiditas) dengan kondisi dikatakan sakit karena keluhan kesehatan yang dirasa mengganggu aktivitas sehari-hari yaitu tidak dapat melakukan kegiatan seperti

bekerja, mengurus rumah tangga, dan lainnya secara normal sebagaimana biasanya.

2. Variabel X_1 merupakan kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk adalah banyaknya penduduk untuk setiap kilometer persegi luas wilayah.
3. Variabel X_2 merupakan angka buta huruf (%). Angka buta huruf merupakan persentase penduduk usia 15 tahun ke atas yang tidak dapat membaca dan menulis huruf latin dan huruf lainnya terhadap penduduk usia 15 tahun ke atas.
4. Variabel X_3 merupakan rata-rata lama sekolah (tahun). Rata-rata lama sekolah adalah jumlah tahun belajar penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang).
6. Variabel X_4 merupakan persentase penduduk miskin (%). Kemiskinan merupakan ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran, sehingga penduduk miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran perkapita perbulan dibawah garis kemiskinan.
6. Variabel X_5 merupakan Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) (rupiah). UMK adalah upah minimum yang berlaku di wilayah kabupaten/kota.
7. Variabel X_6 merupakan persentase rumah tangga *Open Defecation* (OD). Rumah tangga OD atau BABS merupakan rumah tangga yang melakukan buang air besar secara sembarangan.
8. Variabel X_7 merupakan persentase rumah tangga yang mempunyai jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (%).

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Struktur Data

Kabupaten/Kota	Y	X_1	X_2	X_3	...	X_{10}
1	y_1	$x_{1(1)}$	$x_{2(1)}$	$x_{3(1)}$...	$x_{10(1)}$
2	y_2	$x_{1(2)}$	$x_{2(2)}$	$x_{3(2)}$...	$x_{10(2)}$
3	y_3	$x_{1(3)}$	$x_{2(3)}$	$x_{3(3)}$...	$x_{10(3)}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
38	y_{38}	$x_{1(38)}$	$x_{2(38)}$	$x_{3(38)}$...	$x_{10(38)}$

3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis dalam penelitian adalah sebagai berikut.

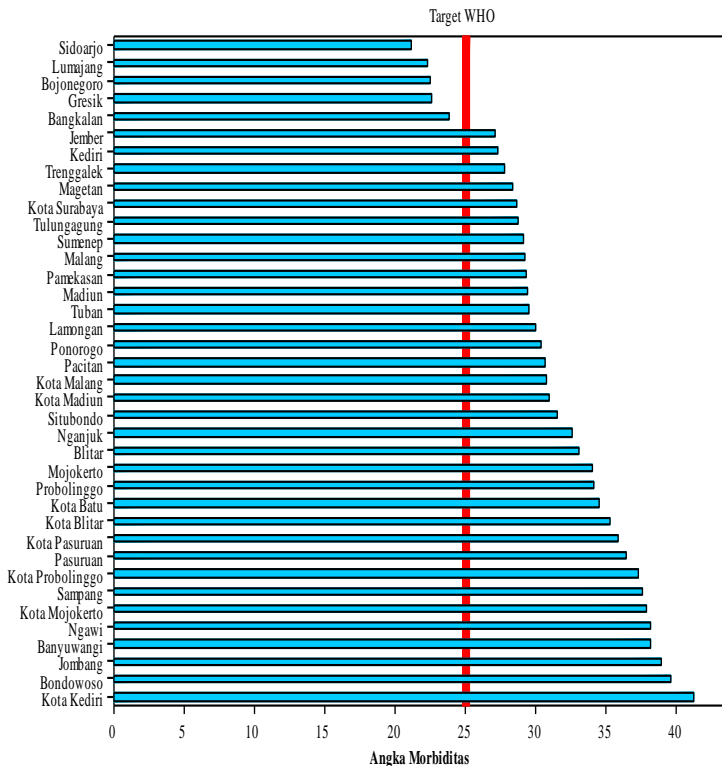
1. Mendeskripsikan angka morbiditas di Jawa Timur dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Membuat *scatter plot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi.
3. Memodelkan angka morbiditas menggunakan model regresi nonparametrik spline dengan berbagai titik knot.
4. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
5. Mendapatkan model regresi nonparametrik spline terbaik dengan titik knot optimal.
6. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
7. Melakukan uji asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal (IIDN) dari model regresi nonparametrik spline.
8. Membuat interpretasi model dan menarik kesimpulan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Timur

Jawa Timur merupakan provinsi terbesar di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk sebesar 37.476.757 jiwa. Pada tahun 2014 angka morbiditas di Jawa Timur mencapai 30,21. Hal ini berarti terdapat 30 penduduk dari 100 penduduk di Jawa Timur yang mengalami keluhan sakit. Gambar 4.1 menyajikan data angka morbiditas pada setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur.



Gambar 4.1 Angka Morbiditas Setiap Kabupaten dan Kota di Jawa Timur

Pada Gambar 4.1 diketahui bahwa angka morbiditas tertinggi terletak pada Kota Kediri yaitu sebesar 41,24, sedangkan angka morbiditas terendah terletak pada Kabupaten Sidoarjo yaitu sebesar 21,12. Kota Kediri mempunyai angka morbiditas tertinggi di Jawa Timur karena sejak tahun 2006 kondisi lingkungan Kota Kediri tercemar oleh polusi. Polusi di Kota Kediri disebabkan oleh limbah berwujud debu putih yang dihasilkan oleh pabrik rokok yaitu PT. Gudang Garam. Tingginya lapisan debu tersebut secara rutin mengakibatkan warga Kota Kediri mengalami gangguan ISPA. Kabupaten Sidoarjo memiliki angka morbiditas terendah disebabkan karena fasilitas kesehatan Kabupaten Sidoarjo yang baik. Fasilitas kesehatan di Kabupaten Sidoarjo diantaranya adalah terdapat 25 rumah sakit dan 13 puskesmas yang dapat menjangkau tingkat kesehatan sampai ke pelosok. Selain itu, pada tahun 2013 Kabupaten Sidoarjo membentuk Program Pembangunan Terpadu Berbasis Kawasan Kemiskinan (PTBK2). Program yang dilaksanakan salah satunya adalah program jamban sehat. Berdasarkan target yang telah ditetapkan WHO yaitu angka morbiditas di suatu wilayah seharusnya dibawah 25%, maka wilayah yang telah mencapai target WHO adalah Lumajang, Sidoarjo, Bojonegoro, Gresik, dan Bangkalan. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak kabupaten yang belum mencapai target WHO. Pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur. Berikut merupakan karakteristik data dari tujuh faktor yang diduga berpengaruh terhadap angka morbiditas di Jawa Timur yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Faktor-Faktor Angka Morbiditas Jawa Timur

Variabel	Mean	Median	Varians	Min	Maks
X ₁	1817	779	4708298	387	8562
X ₂	7,699	5,995	23,462	1,480	22,07
X ₃	7,750	7,580	2,345	4,620	10,81
X ₄	12,096	11,460	24,926	4,590	70,72
X ₅	1293,1	1137,5	120395,4	1000	2200
X ₆	25,20	22,88	278,26	1,60	76,17
X ₇	63,93	65,25	258,36	23,19	98,31

Pada Tabel 4.1 diketahui bahwa variabel X_1 yaitu kepadatan penduduk mempunyai nilai rata-rata 1817 penduduk per satu km^2 dan nilai median sebesar 779 penduduk per satu km^2 . Nilai rata-rata dan median kepadatan penduduk mempunyai selisih yang jauh, hal ini menunjukkan bahwa pola data kepadatan penduduk tidak simetris atau terdapat kabupaten/kota yang memiliki kepadatan penduduk *outlier*. Varians data kepadatan penduduk menunjukkan nilai yang cukup besar yaitu 4708298, sehingga data kepadatan penduduk cenderung bervariasi. Kepadatan penduduk terendah terletak pada Kabupaten Pacitan yaitu sebesar 387 per km^2 , sedangkan kepadatan penduduk tertinggi terletak pada Kota Surabaya yaitu sebesar 8562 per km^2 . Hal ini disebabkan karena Kota Surabaya merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur dan Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta.

Variabel X_2 yaitu angka buta huruf mempunyai nilai rata-rata sebesar 7,69 yang berarti bahwa rata-rata terdapat sekitar 7 penduduk dari 100 penduduk Jawa Timur tidak bisa baca tulis. Nilai median angka buta huruf sebesar 5,99 dengan standar deviasi sebesar 4,84. Standar deviasi menunjukkan nilai yang cukup besar, sehingga data angka buta huruf pada kabupaten dan kota cenderung bervariasi. Namun nilai median angka buta huruf mendekati nilai rata-rata, sehingga data angka buta huruf memiliki pola yang simetris. Angka buta huruf terendah terletak pada Kota Pasuruan, sedangkan angka buta huruf tertinggi terletak pada Kabupaten Sampang. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan ekonomi Kabupaten Sampang sejak tahun 1986 cenderung lambat, sehingga banyak masyarakat yang tidak mengenyam pendidikan.

Variabel X_3 yaitu rata-rata lama sekolah penduduk yang berusia 15 tahun ke atas mempunyai nilai rata-rata sebesar 7,750 tahun dengan varians sebesar 2,345. Nilai varians yang cukup kecil menunjukkan bahwa data rata-rata lama sekolah setiap kabupaten dan kota tidak terlalu bervariasi. Nilai median rata-rata lama sekolah sebesar 7,580, nilai median tersebut hampir sama dengan nilai rata-rata, sehingga data rata-rata lama sekolah memiliki pola

yang simetris. Rata-rata lama sekolah terendah yaitu sebesar 4,620 tahun terletak pada Kabupaten Sampang. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan ekonomi yang lambat sejak tahun 1986 hingga sekarang, sehingga banyak penduduk yang tidak melanjutkan pendidikan. Rata-rata lama sekolah tertinggi terletak pada Kota Malang yaitu sebesar 10,810 tahun. Hal ini disebabkan sejak pada masa Hindia Belanda Kota Malang mendapatkan julukan sebagai “Kota Pendidikan”. Selain itu, pada area Malang Raya tercatat memiliki sekitar 80 perguruan tinggi, sehingga penduduk berusia 15 tahun ke atas terfasilitasi untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang lebih tinggi.

Variabel X_4 yaitu persentase penduduk miskin mempunyai nilai rata-rata sebesar 12,096 dan nilai median sebesar 11,640 dengan varians sebesar 24,926. Nilai median dan rata-rata mempunyai selisih yang kecil, sehingga data persentase penduduk miskin memiliki pola yang simetris. Nilai varians yang cukup besar menunjukkan data persentase penduduk miskin setiap kabupaten dan kota cenderung bervariasi. Persentase penduduk miskin tertinggi adalah Kabupaten Sampang. Menurut Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Sampang memiliki Sumber Daya Alam (SDA) dan infrastruktur yang kurang memadai. Rendahnya akses terhadap air menyebabkan penduduk Kabupaten Sampang tidak dapat mengandalkan sektor pertanian, sehingga mayoritas penduduk Kabupaten Sampang bekerja sebagai buruh. Kota Batu menjadi kota dengan persentase penduduk miskin terendah di Jawa Timur yaitu sebesar 4,590. Hal ini disebabkan Kota Batu merupakan kota yang dapat mengandalkan sektor pertanian karena iklim dan kondisi tanah yang mendukung. Selain itu, banyaknya pariwisata di Kota Batu menyebabkan penduduk memanfaatkannya sebagai sumber penghasilan.

Variabel X_5 merupakan Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK). Nilai rata-rata UMK sebesar 1293,1 dengan varians sebesar 120395,4. Nilai varians yang cukup besar menunjukkan bahwa UMK di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur

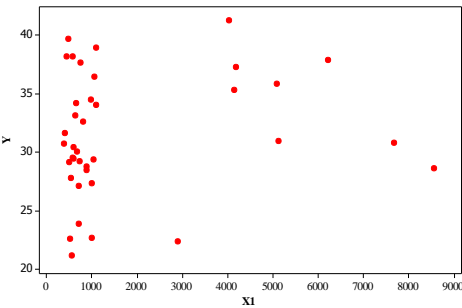
bervariasi. Nilai median UMK sebesar 1137,5 atau tidak jauh berbeda dengan rata-rata UMK. Hal ini menunjukkan pola data UMK simetris. Kota Surabaya merupakan kota dengan UMK tertinggi yaitu sebesar 2.200.000 rupiah, sedangkan UMK terendah terdapat pada 6 wilayah yaitu Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Magetan, dan Kota Blitar yaitu sebesar 1.000.000 rupiah.

Variabel X_6 yaitu persentase rumah tangga *Open Defecation* (OD) memiliki rata-rata sebesar 25,20 dengan varians sebesar 278,26. Nilai varians yang cukup besar menunjukkan keragaman data setiap kabupaten dan kota yang besar. Wilayah yang mempunyai persentase rumah tangga OD tertinggi adalah Kabupaten Situbondo yaitu sebesar 76,17%, sedangkan persentase OD terendah adalah Kota Kediri yaitu sebesar 1,6%. Kota Kediri memiliki persentase rumah tangga OD terendah karena wilayah tersebut merupakan wilayah perkotaan dimana sebagian besar masyarakat sudah memiliki sanitasi yang baik. Persentase rumah tangga OD tertinggi mayoritas terdapat pada daerah tapal kuda atau daerah bagian timur dari Provinsi Jawa Timur karena pada daerah tersebut mayoritas tidak memiliki sanitasi yang baik.

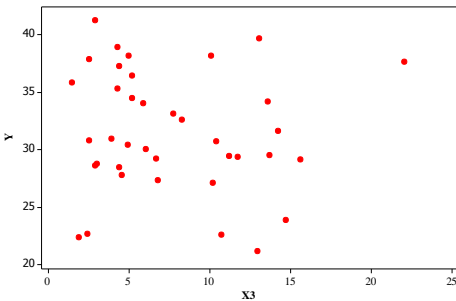
Variabel X_7 yaitu persentase rumah tangga yang memiliki jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter memiliki rata-rata sebesar 63,93 dengan varians sebesar 258,36. Nilai varians yang cukup besar menunjukkan keragaman data setiap kabupaten dan kota yang besar. Nilai median sebesar 65,25 atau tidak jauh berbeda dengan nilai rata-rata, sehingga data memiliki pola yang simetris. Wilayah dengan persentase rumah tangga yang memiliki jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter terendah adalah Kabupaten Sidoarjo yaitu sebesar 23,19%, sedangkan nilai tertinggi adalah Kota Batu yaitu sebesar 98,31%. Kabupaten Sidoarjo memiliki nilai terendah karena Sidoarjo termasuk dalam 10 kabupaten dengan kepadatan penduduk tertinggi di Jawa Timur.

4.2 Analisis Pola Hubungan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Angka Morbiditas di Provinsi Jawa Timur

Langkah pertama dalam melakukan analisis regresi adalah membuat *scatter plot* untuk mengetahui pola hubungan variabel prediktor terhadap variabel respon yaitu angka morbiditas. Pola hubungan tersebut digunakan untuk menentukan metode regresi yang digunakan. Berikut merupakan *scatter plot* antara faktor-faktor yang diduga mempengaruhi mobiditas dengan angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur. Pada Gambar 4.2 diketahui bahwa antara variabel kepadatan penduduk (X_1) dengan angka morbiditas menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model menggunakan regresi nonparametrik.

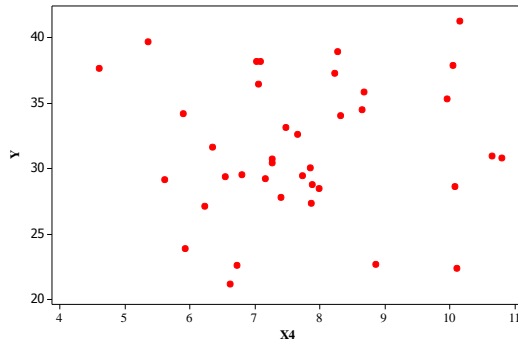


Gambar 4.2 Pola Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Angka Morbiditas



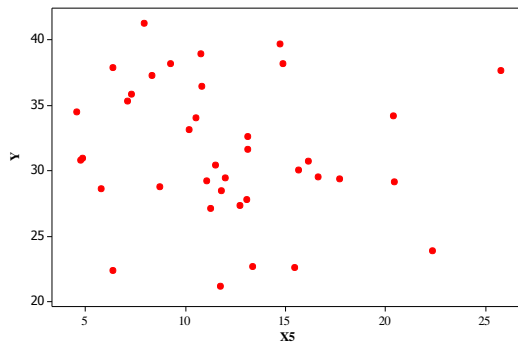
Gambar 4.3 Pola Hubungan Angka Buta Huruf dengan Angka Morbiditas

Pola hubungan antara variabel angka buta huruf (X_2) dengan angka morbiditas yang disajikan pada Gambar 4.3 menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah regresi nonparametrik.



Gambar 4.4 Pola Hubungan Rata-Rata Lama Sekolah dengan Angka Morbiditas

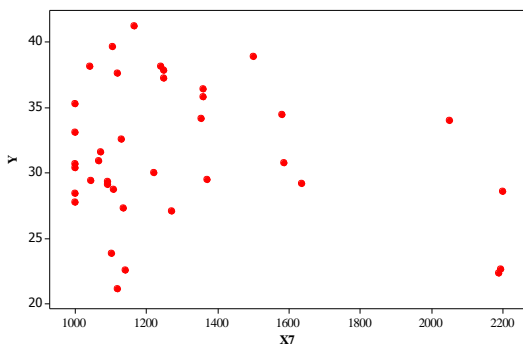
Pada Gambar 4.4 diketahui bahwa antara variabel rata-rata lama sekolah (X_3) dengan angka morbiditas menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model menggunakan regresi nonparametrik.



Gambar 4.5 Pola Hubungan Persentase Penduduk Miskin dengan Angka Morbiditas

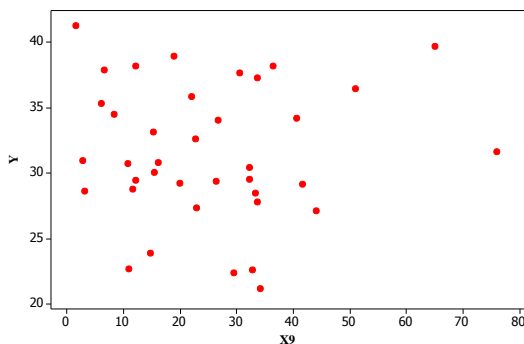
Pola hubungan antara variabel persentase penduduk miskin (X_4) dengan angka morbiditas yang disajikan pada Gambar 4.5

menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah regresi nonparametrik.



Gambar 4.6 Pola Hubungan Upah Minimum Kabupaten (UMK) dengan Angka Morbiditas

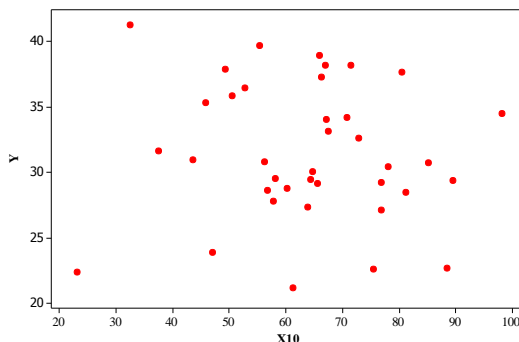
Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa antara variabel UMK (X_5) dengan angka morbiditas mempunyai pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah regresi nonparametrik.



Gambar 4.7 Pola Hubungan Persentase Rumah Tangga *Open Defecation* (OD) dengan Angka Morbiditas

Berdasarkan Gambar 4.7 diketahui bahwa antara variabel persentase rumah tangga OD (X_6) dengan angka morbiditas mempunyai pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola

tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah regresi nonparametrik.



Gambar 4.8 Pola Hubungan Persentase Rumah Tangga Jarak Sumber Air Mimum Ke Penampungan Kotoran Lebih Dari 10 Meter dengan Angka Morbiditas

Pola hubungan antara variabel persentase rumah tangga yang memiliki jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) dengan angka morbiditas yang disajikan pada Gambar 4.8 menunjukkan pola hubungan yang tidak membentuk suatu pola tertentu, sehingga estimasi model yang digunakan adalah regresi nonparametrik.

4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan titik perubahan perilaku data pada sub-sub interval tertentu. Model regresi nonparametrik spline terbaik didapatkan dari titik knot yang optimal. Untuk mendapatkan titik knot yang optimal, digunakan metode *Generalize Cross Validation* (GCV). Nilai GCV yang paling minimum merupakan titik knot yang optimal. Berikut merupakan pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot.

4.3.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Estimasi model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot pada angka morbiditas di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 x_2 + \hat{\beta}_4 (x_2 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_5 x_3 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_3 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_4 + \hat{\beta}_8 (x_4 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_9 x_5 + \hat{\beta}_{10} (x_5 - k_5)_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{11} x_6 + \hat{\beta}_{12} (x_6 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_7 + \hat{\beta}_{14} (x_7 - k_7)_+^1\end{aligned}$$

Tabel 4.2 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline satu knot.

Tabel 4.2 Nilai GCV Satu Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	GCV
2055,37	5,68	5,88	8,92	1244,90	16,82	38,52	38,98
2222,20	6,10	6,01	9,35	1269,39	18,34	40,05	38,12
2389,04	6,52	6,14	9,78	1293,88	19,86	41,59	37,04
2555,88	6,94	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	36,74
2722,71	7,36	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	33,46
2889,55	7,78	6,51	11,08	1367,35	24,43	46,19	36,06
3056,39	8,20	6,64	11,52	1391,84	25,95	47,72	38,45
3223,22	8,62	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	40,88
3390,06	9,04	6,89	12,38	1440,82	28,99	50,79	42,06
3556,90	9,46	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	41,76

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot adalah sebesar 33,46. Nilai tersebut diperoleh dari satu titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 2722,71; variabel angka buta huruf (X_2) berada pada titik knot 7,36; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 6,39; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 10,65; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1342,86; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 22,91; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke

tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 44,65.

4.3.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Setelah dilakukan pemilihan titik knot dengan satu titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimal menggunakan dua titik knot pada setiap variabel. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline dari angka morbiditas di Jawa Timur dengan dua titik knot.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 x_2 + \hat{\beta}_5 (x_2 - k_3)_+^1 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_2 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_3 + \hat{\beta}_8 (x_3 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_9 (x_3 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_{10} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{11} (x_4 - k_7)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (x_4 - k_8)_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_5 + \hat{\beta}_{14} (x_5 - k_9)_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{15} (x_5 - k_{10})_+^1 + \hat{\beta}_{16} x_6 + \hat{\beta}_{17} (x_6 - k_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{18} (x_6 - k_{12})_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{19} x_7 + \hat{\beta}_{20} (x_7 - k_{13})_+^1 + \hat{\beta}_{21} (x_7 - k_{14})_+^1\end{aligned}$$

Tabel 4.3 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline dua knot. Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot adalah sebesar 31,88. Nilai tersebut diperoleh dari dua titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 387 dan 2555,88; variabel angka buta huruf (X_2) berada pada titik knot 1,48 dan 6,94; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 4,62 dan 6,26; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 4,59 dan 10,22; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1000 dan 1318,37; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 1,6 dan 21,38; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 23,19 dan 43,12.

Tabel 4.3 Nilai GCV Dua Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	GCV
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	37,84
1888,53	5,26	5,76	8,49	1220,41	15,30	36,99	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	36,09
2055,37	5,68	5,88	8,92	1244,90	16,82	38,52	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	34,41
2222,20	6,10	6,01	9,35	1269,39	18,34	40,05	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	32,57
2389,04	6,52	6,14	9,78	1293,88	19,86	41,59	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	31,88
2555,88	6,94	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	33,46
2722,71	7,36	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	36,06
2889,55	7,78	6,51	11,08	1367,35	24,43	46,19	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	38,45
3056,39	8,20	6,64	11,52	1391,84	25,95	47,72	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	40,88
3223,22	8,62	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
387,00	1,48	4,62	4,59	1000,00	1,60	23,19	42,06
3390,06	9,04	6,89	12,38	1440,82	28,99	50,79	

4.3.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Tabel 4.4 menunjukkan tujuh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline tiga titik knot. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline dari angka morbiditas di Jawa Timur dengan tiga titik knot.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 (x_1 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_5 x_2 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_2 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 (x_2 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_8 (x_2 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_9 x_3 + \\ & \hat{\beta}_{10} (x_3 - k_7)_+^1 + \hat{\beta}_{11} (x_3 - k_8)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (x_3 - k_9)_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{14} (x_4 - k_{10})_+^1 + \hat{\beta}_{15} (x_4 - k_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{16} (x_4 - k_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{17} x_5 + \\ & \hat{\beta}_{18} (x_5 - k_{13})_+^1 + \hat{\beta}_{19} (x_5 - k_{14})_+^1 + \hat{\beta}_{20} (x_5 - k_{15})_+^1 + \hat{\beta}_{21} x_6 + \\ & \hat{\beta}_{22} (x_6 - k_{16})_+^1 + \hat{\beta}_{23} (x_6 - k_{17})_+^1 + \hat{\beta}_{24} (x_6 - k_{18})_+^1 + \hat{\beta}_{25} x_7 + \\ & \hat{\beta}_{26} (x_7 - k_{19})_+^1 + \hat{\beta}_{27} (x_7 - k_{20})_+^1 + \hat{\beta}_{28} (x_7 - k_{21})_+^1\end{aligned}$$

Tabel 4.4 Nilai GCV Tiga Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	GCV
3890,57	10,30	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
4557,92	11,99	7,78	15,41	1612,24	39,65	61,52	59,89
8228,33	21,23	10,56	24,93	2151,02	73,13	95,24	
4557,92	10,30	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
4557,92	11,99	7,78	15,41	1612,24	39,65	61,52	58,92
8395,16	21,65	10,68	25,37	2175,51	74,65	96,78	
3890,57	10,30	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
4724,76	12,41	7,90	15,84	1636,73	41,17	63,05	18,28
4891,59	12,83	8,03	16,28	1661,22	42,69	64,58	
3890,57	10,30	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
4724,76	12,41	7,90	15,84	1636,73	41,17	63,05	32,69
5058,43	13,25	8,16	16,71	1685,71	44,21	66,12	
3890,57	10,30	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
4724,76	12,41	7,90	15,84	1636,73	41,17	63,05	54,00
5225,27	13,67	8,28	17,14	1710,20	45,73	67,65	

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline tiga titik knot. Pada Tabel 4.4 diketahui

bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot adalah sebesar 18,28. Nilai tersebut diperoleh dari tiga titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 3890,57; 4724,76; dan 4891,59; variabel angka buta huruf (X_2) berada pada titik knot 10,3; 12,41; dan 12,83; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 7,27; 7,9; dan 8,03; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 13,68; 15,84; dan 16,28; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1514,29; 1636,73; dan 1661,22; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 33,56; 41,17; dan 42,69; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 55,38; 63,05; dan 64,58.

4.3.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah didapatkan hasil titik knot optimal menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot, maka dilanjutkan dengan pemilihan titik knot optimal menggunakan kombinasi titik knot. Hal ini dilakukan karena terdapat kemungkinan jumlah titik knot optimal dari setiap variabel prediktor berbeda-beda. Berikut merupakan lima nilai GCV disekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline menggunakan kombinasi titik knot.

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline kombinasi titik knot. Pada Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan kombinasi titik knot adalah sebesar 24,34 dengan kombinasi titik knot 1, 2, 2, 2, 3, 3, 2. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 2722,71; variabel angka buta huruf (X_2) berada pada titik knot 1,48 dan 6,94; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 4,62 dan 6,26; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 4,59 dan 10,22; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1514,29; 1636,73; dan 1661,22; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 33,56; 41,17; dan

42,69; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 23,19 dan 43,12.

Tabel 4.5 Nilai GCV Tiga Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	GCV
2722,71	1,48	4,62	4,59	1514,29	1,60	55,38	28,34
	6,94	6,26	10,22	1636,74	21,38	63,05	
				1661,22		64,58	
2722,71	1,48	4,62	4,59	1514,29	33,56	44,65	24,47
	6,94	6,26	10,22	1636,74	41,17		
				1661,22	42,69		
2722,71	1,48	4,62	4,59	1514,29	33,56	23,19	24,34
	6,94	6,26	10,22	1636,74	41,17	43,12	
				1661,22	42,69		
2722,71	1,48	4,62	4,59	1514,29	33,56	55,38	26,37
	6,94	6,26	10,22	1636,74	41,17	63,05	
				1661,22	42,69	64,58	
2722,71	1,48	4,62	13,68	1342,86	22,91	44,65	38,19
	6,94	6,26	15,84				
			16,28				

4.3.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik

Titik knot terbaik merupakan titik knot yang mempunyai nilai GCV minimum. Berikut merupakan perbandingan nilai GCV minimum yang diperoleh pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Pada tabel tersebut diketahui bahwa nilai GCV paling minimum adalah model regresi nonparametrik spline menggunakan tiga titik knot yaitu sebesar 18,28.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai GCV

Model	GCV
1 Titik Knot	33,46
2 Tititk Knot	31,88
3 Titik Knot	18,28
Kombinasi Titik Knot (1,2,2,3,3,2)	24,34

Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline terbaik untuk dilakukan estimasi parameter menggunakan *Ordinary Least Sqruare* (OLS).

$$\begin{aligned}
\hat{y} = & 2,155 + 0,014x_1 - 0,14(x_1 - 3890,57)_+^1 + \\
& 0,528(x_1 - 4724,76)_+^1 - 0,402(x_1 - 4891,59)_+^1 - \\
& 0,083x_2 - 4,7(x_2 - 10,30)_+^1 + 23,094(x_2 - 12,41)_+^1 - \\
& 15,741(x_2 - 12,83)_+^1 - 2,264x_3 - 7,913(x_3 - 7,27)_+^1 + \\
& 7,199(x_3 - 7,90)_+^1 + 0,461(x_3 - 8,03)_+^1 - 0,597x_4 - \\
& 0,839(x_4 - 13,68)_+^1 + 10,559(x_4 - 15,84)_+^1 - 11,578(x_4 - 16,28)_+^1 + \\
& 0,0063x_5 - 0,095(x_5 - 1514,29)_+^1 + 1,332(x_5 - 1636,73)_+^1 - \\
& 1,302(x_5 - 1661,22)_+^1 - 0,263x_6 + 1,392(x_6 - 33,56)_+^1 - \\
& 13,827(x_6 - 41,17)_+^1 + 13,452(x_6 - 42,69)_+^1 + 0,9x_7 - \\
& 0,381(x_7 - 55,38)_+^1 + 12,044(x_7 - 63,05)_+^1 - 9,98(x_7 - 64,58)_+^1
\end{aligned}$$

4.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparameterik Spline

Setelah didapatkan model regresi nonparametrik spline terbaik, kemudian dilakukan pengujian signifikansi parameter model regresi nonparametrik spline. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi angka

morbiditas penduduk di Jawa Timur. Pengujian dilakukan secara serentak dan individu. Apabila hasil pengujian serentak menunjukkan terdapat minimal satu parameter yang signifikan, maka dilanjutkan pada pengujian secara individu.

4.4.1 Pengujian Serentak

Tujuan pengujian secara serentak adalah mengetahui signifikansi parameter dalam model secara keseluruhan. Berikut merupakan analisis ragam dari model regresi nonparametrik yang disajikan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Analisis Ragam Uji Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rataan Jumlah Kuadrat (RJK)	F Hitung	<i>p-value</i>
Regresi	28	960,131	34,29	5,302	0,0063
Residual	9	58,208	4,467		
Total	37	1018,34			

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa statistik uji menggunakan F_{hitung} sebesar 5,302 dengan *p-value* sebesar 0,0063. Pada tingkat signifikan (α) 5%, *p-value* bernilai kurang dari α , sehingga tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol atau secara bersama variabel-variabel prediktor berpengaruh secara signifikan terhadap angka morbiditas penduduk di Jawa Timur.

4.4.2 Pengujian Individu

Hasil pengujian secara serentak menunjukan bahwa minimal terdapat satu parameter dari model regresi nonparametrik spline yang signifikan. Untuk mengetahui parameter yang signifikan maka dilakukan pengujian secara individu dengan hasil yang disajikan pada Tabel 4.8. Berdasarkan Tabel 4.8 dengan tingkat signifikan sebesar 5% menunjukkan bahwa dari tujuh variabel terdapat dua variabel dengan seluruh parameter tidak signifikan terhadap model.

Tabel 4.8 Estimasi Parameter Regresi Tujuh Variabel

Variabel	Parameter	Estimasi	SE	t	<i>p-value</i>	Ket.
X ₁	β_0	2,15	3,20	0,67	0,518	Tidak Signifikan
	β_1	0,01	0,00	5,38	0,000	Signifikan
	β_2	-0,14	0,03	-4,74	0,001	Signifikan
	β_3	0,53	0,13	4,18	0,002	Signifikan
	β_4	-0,40	0,10	-4,03	0,003	Signifikan
X ₂	β_5	-0,08	0,46	-0,18	0,860	Tidak Signifikan
	β_6	-4,70	2,80	-1,68	0,127	Tidak Signifikan
	β_7	23,09	12,25	1,88	0,092	Tidak Signifikan
	β_8	-15,74	10,64	-1,48	0,173	Tidak Signifikan
X ₃	β_9	-2,26	1,29	-1,76	0,113	Tidak Signifikan
	β_{10}	-7,91	3,58	-2,21	0,055	Tidak Signifikan
	β_{11}	7,20	2,75	2,62	0,028	Signifikan
	β_{12}	0,46	2,88	0,16	0,876	Tidak Signifikan
X ₄	β_{13}	-0,60	0,38	-1,56	0,153	Tidak Signifikan
	β_{14}	-0,84	1,31	-0,64	0,539	Tidak Signifikan
	β_{15}	10,56	8,62	1,22	0,252	Tidak Signifikan
	β_{16}	-11,58	8,05	-1,44	0,184	Tidak Signifikan
X ₅	β_{17}	0,01	0,01	1,26	0,239	Tidak Signifikan
	β_{18}	-0,09	0,03	-2,91	0,017	Signifikan
	β_{19}	1,33	0,59	2,27	0,050	Signifikan
	β_{20}	-1,30	0,61	-2,15	0,060	Tidak Signifikan
X ₆	β_{21}	-0,26	0,07	-3,85	0,004	Signifikan
	β_{22}	1,39	0,61	2,30	0,047	Signifikan
	β_{23}	-13,83	4,27	-3,24	0,010	Signifikan
	β_{24}	13,45	3,83	3,51	0,007	Signifikan
X ₇	β_{25}	0,90	0,18	5,12	0,001	Signifikan
	β_{26}	-3,08	0,73	-4,24	0,002	Signifikan
	β_{27}	12,04	2,89	4,16	0,002	Signifikan
	β_{28}	-9,98	2,37	-4,21	0,002	Signifikan

Variabel yang signifikan mempengaruhi angka morbiditas di Jawa Timur adalah kepadatan penduduk (X₁), rata-rata lama sekolah (X₃), Upah Minimum Kabupaten (UMK) (X₅), persentase rumah tangga OD (X₆), dan persentase rumah tangga dengan jarak

sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_5). Variabel yang tidak signifikan mempengaruhi angka morbiditas adalah angka buta huruf (X_2) dan persentase penduduk miskin (X_4). Angka buta huruf merupakan persentase penduduk yang tidak dapat membaca dan menulis yang mencerminkan tingkat pendidikan suatu wilayah. Pada awal tahun 2015, Badan Pusat Statistik (BPS) merubah indikator tingkat pendidikan di suatu wilayah yang mulanya angka buta huruf menjadi rata-rata lama sekolah (MYS). Pada pemodelan selanjutnya dilakukan penghapusan terhadap variabel angka buta huruf karena terdapat kemungkinan bahwa pada data yang digunakan yaitu tahun 2014 angka buta huruf sudah tidak dapat menggambarkan tingkat pendidikan suatu wilayah, sehingga menyebabkan angka buta huruf tidak signifikan terhadap angka morbiditas di Jawa Timur. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan regresi nonparametrik spline dengan tidak memasukkan variabel angka buta huruf sebagai variabel prediktor.

4.5 Pemilihan Titik Knot Menggunakan Enam Variabel Prediktor

Pada pengujian signifikansi parameter diketahui bahwa variabel angka buta huruf dan persentase penduduk miskin tidak signifikan terhadap model, sehingga perlu dilakukan pemodelan baru dengan menghapus variabel prediktor yang tidak signifikan. Pada pemodelan kedua variabel yang dihapus terlebih dahulu adalah angka buta huruf karena terdapat indikasi bahwa angka buta huruf tidak dapat menjadi indikator tingkat pendidikan suatu wilayah. Berikut merupakan hasil pemilihan titik knot optimum berdasarkan nilai GCV paling minimum untuk mendapatkan model regresi nonparametrik spline setelah variabel angka buta huruf (X_3) dihapus.

4.5.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot Pada Enam Variabel

Berikut merupakan estimasi model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot pada angka morbiditas di Jawa Timur menggunakan enam variabel prediktor.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1x_1 + \hat{\beta}_2(x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3x_3 + \hat{\beta}_4(x_3 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_5x_4 + \hat{\beta}_6(x_4 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7x_5 + \hat{\beta}_8(x_5 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_9x_6 + \hat{\beta}_{10}(x_6 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_{11}x_7 + \hat{\beta}_{12}(x_7 - k_7)_+^1$$

Tabel 4.9 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline satu knot.

Tabel 4.9 Nilai GCV Satu Titik Knot Enam Variabel						
X ₁	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	GCV
1888,53	5,76	8,49	1220,41	15,30	36,99	35,46
2055,37	5,88	8,92	1244,90	16,82	38,52	33,50
2222,20	6,01	9,35	1269,39	18,34	40,05	31,83
2389,04	6,14	9,78	1293,88	19,86	41,59	30,01
2555,88	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	29,04
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	30,24
2889,55	6,51	11,08	1367,35	24,43	46,19	32,49
3056,39	6,64	11,52	1391,84	25,95	47,72	34,24
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	35,81
3390,06	6,89	12,38	1440,82	28,99	50,79	36,55

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot adalah sebesar 29,04. Nilai tersebut diperoleh dari satu titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X₁) berada pada titik knot 2555,88; variabel rata-rata lama sekolah (X₃) berada pada titik knot 6,26; variabel

persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 10,22; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1318,37; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 21,38; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 43,12.

4.5.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot Pada Enam Variabel

Estimasi model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot pada angka morbiditas di Jawa Timur menggunakan enam variabel prediktor adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_3 + \hat{\beta}_5 (x_3 - k_5)_+^1 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_3 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_7 x_4 + \hat{\beta}_8 (x_4 - k_7)_+^1 + \hat{\beta}_9 (x_4 - k_8)_+^1 + \hat{\beta}_{10} x_5 + \\ & \hat{\beta}_{11} (x_5 - k_9)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (x_5 - k_{10})_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_6 + \hat{\beta}_{14} (x_6 - k_{11})_+^1 + \\ & \hat{\beta}_{15} (x_6 - k_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{16} x_7 + \hat{\beta}_{17} (x_7 - k_{13})_+^1 + \hat{\beta}_{18} (x_7 - k_{14})_+^1 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 menunjukkan sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline dua knot. Pada Tabel 4.10 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot menggunakan enam variabel prediktor adalah sebesar 28,66. Nilai tersebut diperoleh dari dua titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 2722,71 dan 2889,55; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 6,39 dan 6,51; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 10,65 dan 11,08; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1342,86 dan 1367,35; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 22,91 dan 24,43; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat

penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 44,65 dan 46,19.

Tabel 4.10 Nilai GCV Dua Titik Knot Enam Variabel

X_1	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	GCV
2555,88	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	39,24
8061,49	10,43	24,50	2126,53	71,60	93,71	
2555,88	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	36,64
8228,33	10,56	24,93	2151,02	73,13	95,24	
2555,88	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	35,54
8395,16	10,68	25,37	2175,51	74,65	96,78	
2555,88	6,26	10,22	1318,37	21,38	43,12	29,04
8562,00	10,81	25,80	2200,00	76,17	98,31	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	28,66
2889,55	6,51	11,08	1367,35	24,43	46,19	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	35,01
3056,39	6,64	11,52	1391,84	25,95	47,72	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	34,17
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	32,74
3390,06	6,89	12,38	1440,82	28,99	50,79	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	32,35
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	
2722,71	6,39	10,65	1342,86	22,91	44,65	43,01
3723,73	7,15	13,25	1489,80	32,04	53,85	

4.5.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot Menggunakan Enam Variabel

Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline dari angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur dengan tiga titik knot menggunakan enam variabel prediktor.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \hat{\beta}_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \hat{\beta}_4 (x_1 - k_3)_+^1 + \hat{\beta}_5 x_2 + \\ & \hat{\beta}_6 (x_2 - k_4)_+^1 + \hat{\beta}_7 (x_2 - k_5)_+^1 + \hat{\beta}_8 (x_2 - k_6)_+^1 + \hat{\beta}_9 x_3 + \\ & \hat{\beta}_{10} (x_3 - k_7)_+^1 + \hat{\beta}_{11} (x_3 - k_8)_+^1 + \hat{\beta}_{12} (x_3 - k_9)_+^1 + \hat{\beta}_{13} x_4 + \\ & \hat{\beta}_{14} (x_4 - k_{10})_+^1 + \hat{\beta}_{15} (x_4 - k_{11})_+^1 + \hat{\beta}_{16} (x_4 - k_{12})_+^1 + \hat{\beta}_{17} x_5 + \\ & \hat{\beta}_{18} (x_5 - k_{13})_+^1 + \hat{\beta}_{19} (x_5 - k_{14})_+^1 + \hat{\beta}_{20} (x_5 - k_{15})_+^1 + \hat{\beta}_{21} x_6 + \\ & \hat{\beta}_{22} (x_6 - k_{16})_+^1 + \hat{\beta}_{23} (x_6 - k_{17})_+^1 + \hat{\beta}_{24} (x_6 - k_{18})_+^1 + \hat{\beta}_{25} x_7 + \\ & \hat{\beta}_{26} (x_7 - k_{19})_+^1 + \hat{\beta}_{27} (x_7 - k_{20})_+^1 + \hat{\beta}_{28} (x_7 - k_{21})_+^1\end{aligned}$$

Tabel 4.11 menunjukkan tujuh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline tiga titik knot.

Tabel 4.11 Nilai GCV Tiga Titik Knot Enam Variabel

X₁	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	GCV
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	52,77
3890,57	7,27	13,68	1514,29	33,56	55,38	
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	20,71
4057,41	7,40	14,11	1538,78	35,08	56,92	
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	20,56
4224,24	7,53	14,55	1563,27	36,60	58,45	
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	32,84
4391,08	7,65	14,98	1587,76	38,12	59,98	
3223,22	6,77	11,95	1416,33	27,47	49,25	
3556,90	7,02	12,81	1465,31	30,51	52,32	38,02
4557,92	7,78	15,41	1612,24	39,65	61,52	

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline tiga titik knot. Pada Tabel 4.11 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot adalah sebesar 20,56. Nilai tersebut diperoleh dari tiga titik knot optimal pada setiap variabel prediktor. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 3223,22; 3556,90; dan 4224,24; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 6,77; 7,02; dan 7,53; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 11,95; 12,81; dan 14,55; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1416,33; 1465,31; dan 1563,27; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 27,47; 30,51; dan 36,60; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 49,25; 52,32; dan 58,45.

4.5.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Setelah didapatkan hasil titik knot optimal menggunakan satu, dua, dan tiga titik knot, maka dilanjutkan dengan pemilihan titik knot optimal menggunakan kombinasi titik knot. Berdasarkan Tabel 4.12 diketahui sepuluh nilai GCV yang berada di sekitar nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik spline kombinasi titik knot. Pada Tabel 4.12 diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan kombinasi titik knot adalah sebesar 22,95 dengan kombinasi titik knot 3,2,2,3,3,3. Titik knot optimal untuk variabel kepadatan penduduk (X_1) berada pada titik knot 890,57; 4724,75; dan 4891,59; variabel rata-rata lama sekolah (X_3) berada pada titik knot 4,62 dan 6,26; variabel persentase penduduk miskin (X_4) berada pada titik knot 4,59 dan 10,21; variabel UMK (X_5) berada pada titik knot 1514,29; 1636,73; dan 1661,22; variabel persentase rumah tangga OD (X_6) berada pada titik knot 33,55; 41,17; dan 42,69; dan variabel persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X_7) berada pada titik knot 55,38; 63,05; dan 64,58.

Tabel 4.12 Nilai GCV Kombinasi Titik Knot Enam Variabel

X₁	X₃	X₄	X₅	X₆	X₇	GCV
890,57	4,62	4,59	1514,28	33,56	44,65	
4724,75	6,26	10,22	1636,73	41,17		27,82
4891,59			1661,22	42,69		
890,57	4,62	4,59	1514,28	33,56	23,19	
4724,75	6,26	10,22	1636,73	41,17	43,12	27,65
4891,59			1661,22	42,69		
890,57	4,62	4,59	1514,28	33,56	55,38	
4724,75	6,26	10,22	1636,73	41,17	63,05	22,95
4891,59			1661,22	42,69	64,58	
890,57	4,62	13,68	1342,86	22,90	44,65	
4724,75	6,26	15,84				42,45
4891,59		16,27				
890,57	4,62	13,68	1342,86	22,90	44,65	
4724,75	6,26	15,84				42,42
4891,59		16,27				

4.5.5 Pemilihan Titik Knot Terbaik Pada Enam Variabel

Berikut merupakan perbandingan nilai GCV minimum yang diperoleh pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot yang ditunjukkan pada Tabel 4.6. Pada tabel tersebut diketahui bahwa nilai GCV paling minimum adalah model regresi nonparametrik spline menggunakan 3 titik knot yaitu sebesar 20,56.

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai GCV Pada Enam Variabel

Model	GCV
1 Titik Knot	29,04
2 Titik Knot	28,66
3 Titik Knot	20,56
Kombinasi Titik Knot (3,2,2,3,3,3)	22,95

Berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik diketahui bahwa nilai GCV paling minimum dihasilkan oleh model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot yaitu sebesar 20,56. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline terbaik untuk dilakukan estimasi parameter menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS).

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 8,556 + 0,001x_1 + 0,229(x_1 - 3223,22)_+^1 - \\ & 0,354(x_1 - 3556,90)_+^1 + 0,124(x_1 - 4224,24)_+^1 - \\ & 4,476x_3 + 68,324(x_3 - 6,77)_+^1 - 77,828(x_3 - 7,02)_+^1 + \\ & 15,036(x_3 - 7,53)_+^1 - 1,687x_4 - 1,603(x_4 - 11,95)_+^1 + \\ & 6,429(x_4 - 12,81)_+^1 - 2,88(x_4 - 14,55)_+^1 + 0,0138x_5 - \\ & 0,162(x_5 - 1416,33)_+^1 - 0,382(x_5 - 1465,31)_+^1 + \\ & 0,211(x_5 - 1563,27)_+^1 + 0,42x_6 - 1,338(x_6 - 27,47)_+^1 + \\ & 0,291(x_6 - 30,51)_+^1 + 1,255(x_6 - 36,60)_+^1 + 0,77x_7 - \\ & 4,469(x_7 - 49,25)_+^1 + 5,641(x_7 - 52,32)_+^1 - 1,924(x_7 - 58,45)_+^1\end{aligned}$$

4.6 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparameterik Spline Enam Variabel Prediktor

Setelah didapatkan model regresi nonparametrik spline terbaik, kemudian dilakukan pengujian signifikansi parameter model regresi nonparametrik spline. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi angka morbiditas penduduk di Jawa Timur.

4.6.1 Pengujian Serentak Enam Variabel Prediktor

Berikut merupakan analisis ragam dari model regresi nonparametrik yang disajikan pada Tabel 4.14. Berdasarkan Tabel 4.14 diketahui bahwa statistik uji menggunakan F_{hitung} sebesar 4,731 dengan p -value sebesar 0,00274. Pada tingkat signifikan (α) 5%, p -value bernilai kurang dari α , sehingga tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol atau secara bersama enam variabel prediktor

berpengaruh secara signifikan terhadap angka morbiditas penduduk di Jawa Timur.

Tabel 4.14 Analisis Ragam Uji Serentak Model Enam Variabel

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rataan Jumlah Kuadrat (RJK)	F Hitung	<i>p-value</i>
Regresi	24	925,694	38,58	4,731	0,00274
Residual	13	106,024	8,156		
Total	37	1031, 99			

4.4.2 Pengujian Individu Enam Variabel Prediktor

Hasil pengujian secara serentak menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter dari model regresi nonparametrik spline yang signifikan. Untuk mengetahui parameter yang signifikan maka dilakukan pengujian secara individu dengan hasil yang disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Estimasi Parameter Regresi Enam Variabel

Variabel	Parameter	Estimasi	SE	t	<i>p-value</i>	Ket.
	β_0	8,56	1,65	5,195	0,000	Signifikan
X_1	β_1	0,00	0,00	0,341	0,739	Tidak Signifikan
	β_2	0,23	0,05	4,253	0,001	Signifikan
	β_3	-0,35	0,08	-4,304	0,001	Signifikan
	β_4	0,12	0,03	3,967	0,002	Signifikan
X_3	β_5	-4,48	1,96	-2,279	0,040	Signifikan
	β_6	68,32	11,40	5,992	0,000	Signifikan
	β_7	-77,83	13,98	-5,565	0,000	Signifikan
	β_8	15,04	6,39	2,352	0,035	Signifikan
X_4	β_9	-1,69	0,63	-2,683	0,019	Signifikan
	β_{10}	-1,60	2,93	-0,547	0,594	Tidak Signifikan
	β_{11}	6,43	3,96	1,625	0,128	Tidak Signifikan
	β_{12}	-2,88	1,83	-1,571	0,140	Tidak Signifikan
X_5	β_{13}	0,01	0,01	2,233	0,044	Signifikan
	β_{14}	0,16	0,12	1,402	0,184	Tidak Signifikan
	β_{15}	-0,38	0,17	-2,228	0,044	Signifikan
	β_{16}	0,21	0,07	3,037	0,010	Signifikan

Tabel 4.15 Lanjutan

Variabel	Parameter	Estimasi	SE	t	p-value	Ket.
X ₆	β_{17}	0,42	0,16	2,578	0,023	Signifikan
	β_{18}	-1,34	0,96	-1,398	0,186	Tidak Signifikan
	β_{19}	0,30	1,21	0,241	0,814	Tidak Signifikan
	β_{20}	1,25	0,59	2,118	0,054	Tidak Signifikan
X ₇	β_{21}	0,77	0,25	3,104	0,008	Signifikan
	β_{22}	-4,47	1,96	-2,284	0,040	Signifikan
	β_{23}	5,64	2,36	2,387	0,033	Signifikan
	β_{24}	-1,92	0,72	-2,685	0,019	Signifikan

Pada Tabel 4.15 diketahui bahwa keenam variabel prediktor mempunyai parameter yang signifikan terhadap model karena memiliki *p-value* lebih dari 5%, sehingga variabel kepadatan penduduk (X₁), rata-rata lama sekolah (X₃), persentase penduduk miskin (X₄), Upah Minimum Kabupaten (X₅), persentase rumah tangga OD (X₆), dan persentase rumah tangga dengan jarak air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter (X₇) berpengaruh secara signifikan terhadap angka morbiditas di Jawa Timur.

4.7 Pengujian Asumsi Residual

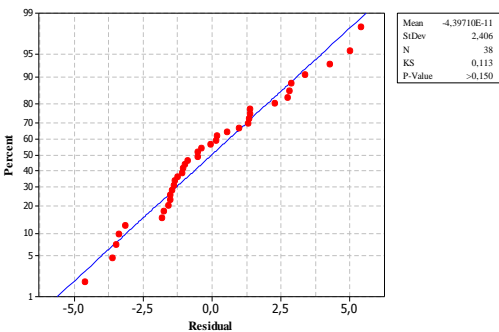
Asumsi yang harus dipenuhi dalam pemodelan regresi nonparametrik spline adalah residual berdistribusi normal dan identik. Oleh karena itu dilakukan pengujian terhadap dua asumsi tersebut.

4.7.1 Pengujian Normalitas Residual

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti pola distribusi normal. Pengujian normalitas yang digunakan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa titik-titik merah atau nilai residual berada disekitar garis biru, sehingga secara visual residual berdistribusi normal. Nilai KS yang diperoleh sebesar 0,113 dengan *p-value* lebih besar dari 0,150.

Pada tingkat signifikan 5% didapatkan nilai KS tabel atau $D_{(1-\alpha)}$ sebesar 0,194, sehingga nilai KS_{hitung} kurang dari KS_{tabel} dan $p-value$ lebih dari 0,05. Berdasarkan perumusan hipotesis pada BAB II, maka gagal tolak hipotesis awal, sehingga residual dari model regresi nonparametrik spline yang didapatkan telah berdistribusi normal.



Gambar 4.9 Uji Normalitas Residual *Kolmogorov-Smirnov*

4.7.2 Pengujian Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik untuk mengetahui apakah varians residual telah homogen atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Uji asumsi identik dilakukan menggunakan uji *Glejser* dengan hasil yang ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Analisis Ragam Uji Glejser

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rataan Jumlah Kuadrat (RJK)	F Hitung	<i>p-value</i>
Regresi	24	40,57802	1,691	0,643	0,831
Residual	13	34,15664	2,627		
Total	37	74,73466			

Berdasarkan Tabel 4.14 didapatkan nilai F_{hitung} uji *Glejser* sebesar 0,643 dengan $p-value$ sebesar 0,831. Pada tingkat signifikan 5%, maka $p-value$ kurang dari α , sehingga gagal tolak

H_0 . Hal ini berarti bahwa residual memiliki varians yang homogen atau telah memenuhi asumsi identik.

4.8 Koefisien Determinasi

Nilai koefisien determinasi (R^2) menunjukkan seberapa besar kebaikan model regresi dalam menjelaskan variabilitas angka morbiditas di Jawa Timur.

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{SS_{\text{regresi}}}{SS_{\text{total}}} \times 100\% \\ &= \frac{925,694}{1031,99} \times 100\% \\ &= 89,72\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai R^2 sebesar 86,69%. Hal ini berarti model regresi nonparametrik spline yang didapatkan mampu menjelaskan variabilitas angka morbiditas di Jawa Timur sebesar 89,72%. Nilai tersebut mendekati 100%, sehingga model sudah cukup baik.

4.9 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah asumsi residual telah terpenuhi, maka dilakukan interpretasi dari model regresi. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline angka morbiditas di Jawa Timur.

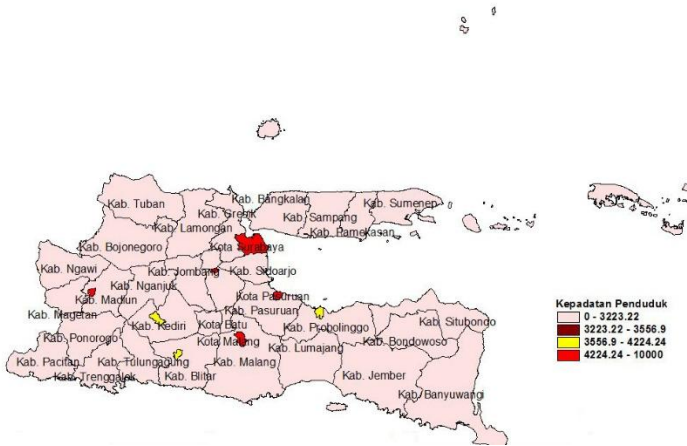
$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,556 + 0,001x_1 + 0,229(x_1 - 3223,22)_+^1 - \\ &\quad 0,354(x_1 - 3556,90)_+^1 + 0,124(x_1 - 4224,24)_+^1 - \\ &\quad 4,476x_3 + 68,324(x_3 - 6,77)_+^1 - 77,828(x_3 - 7,02)_+^1 + \\ &\quad 15,036(x_3 - 7,53)_+^1 - 1,687x_4 - 1,603(x_4 - 11,95)_+^1 + \\ &\quad 6,429(x_4 - 12,81)_+^1 - 2,88(x_4 - 14,55)_+^1 + 0,0138x_5 - \\ &\quad 0,162(x_5 - 1416,33)_+^1 - 0,382(x_5 - 1465,31)_+^1 + \\ &\quad 0,211(x_5 - 1563,27)_+^1 + 0,42x_6 - 1,338(x_6 - 27,47)_+^1 + \\ &\quad 0,291(x_6 - 30,51)_+^1 + 1,255(x_6 - 36,60)_+^1 + 0,77x_7 - \\ &\quad 4,469(x_7 - 49,25)_+^1 + 5,641(x_7 - 52,32)_+^1 - 1,924(x_7 - 58,45)_+^1 \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut, maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , dan X_7 dianggap konstan, maka pengaruh kepadatan penduduk (X_1) terhadap angka morbiditas adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,556 + 0,001x_1 + 0,229(x_1 - 3223,22)_+^1 - \\ &\quad 0,354(x_1 - 3556,90)_+^1 + 0,124(x_1 - 4224,24)_+^1 + C \\ &= \begin{cases} 8,556 + 0,001x_1 & , x_1 < 3223,22 \\ -729,561 + 0,23x_1 & , 3223,22 \leq x_1 < 3556,90 \\ 529,581 - 0,124x_1 & , 3556,90 \leq x_1 < 4224,24 \\ 5,775 + 0,0005x_1 & , x_1 \geq 4224,24 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model yang diperoleh dapat diinterpretasikan bahwa apabila wilayah dengan kepadatan penduduk kurang dari 3223,23 penduduk per km² naik sebesar 10 penduduk per km², maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,01 persen. Wilayah yang berada pada interval adalah seluruh wilayah kabupaten di Jawa Timur beserta Kota Batu. Apabila wilayah dengan kepadatan penduduk berada antara 3223,22 dan 3556,90 penduduk per km² naik sebesar 10 penduduk per km², maka angka morbiditas akan naik sebesar 2,3 persen. Apabila wilayah dengan kepadatan penduduk berada antara 3556,90 dan 4224,24 penduduk per km² naik sebesar 10 penduduk per km², maka angka morbiditas akan turun sebesar 1,24 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut yaitu Kota Kediri, Kota Blitar, dan Kota Probolinggo. Apabila wilayah dengan kepadatan penduduk lebih dari 4224,24 penduduk per km² naik sebesar 10 penduduk per km², maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,005 persen, wilayah yang termasuk yaitu Kota Malang, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Surabaya. Secara visual pengelompokan wilayah tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Kepadatan Penduduk Berdasarkan Interval Titik Knot

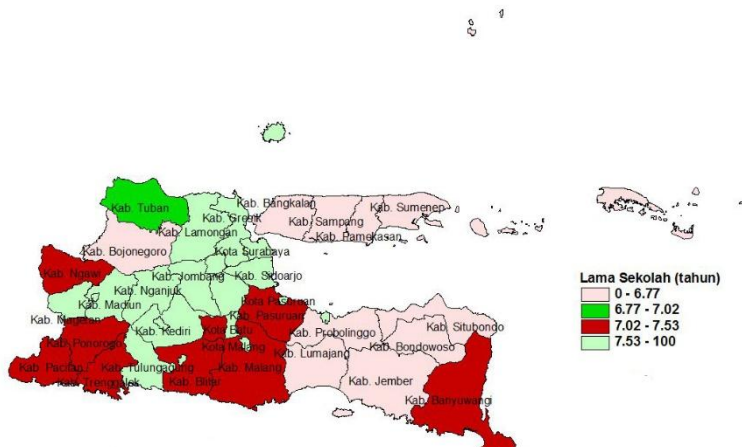
2. Apabila X_1 , X_4 , X_5 , X_6 , dan X_7 dianggap konstan, maka pengaruh rata-rata lama sekolah penduduk berusia 15 tahun keatas (X_3) terhadap angka morbiditas adalah

$$\hat{y} = 8,556 - 4,476x_3 + 68,324(x_3 - 6,77)_+^1 - 77,828(x_3 - 7,02)_+^1 + 15,036(x_3 - 7,53)_+^1 + C$$

$$= \begin{cases} 8,556 - 4,477x_3 & , x_3 < 6,77 \\ -454 + 63,848x_3 & , 6,77 \leq x_3 < 7,02 \\ 92,355 - 13,98x_3 & , 7,02 \leq x_3 < 7,53 \\ -20,866 + 1,056x_3 & , x_3 \geq 7,53 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, apabila wilayah dengan rata-rata lama sekolah kurang dari 6,77 tahun naik sebesar 1 tahun, maka angka morbiditas akan turun sebesar 4,477 persen. Wilayah yang termasuk dalam kategori ini adalah Lumajang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Bojonegoro, Bangkalan, Sampang, dan Sumenep. Apabila wilayah dengan rata-rata lama sekolah berada antara 6,77 dan 7,02 tahun naik sebesar 1 tahun, maka angka morbiditas akan naik sebesar 63,848 persen.

Wilayah yang termasuk adalah Kabupaten Tuban. Apabila wilayah dengan rata-rata lama sekolah berada antara 7,02 dan 7,53 tahun naik sebesar 1 tahun, maka angka morbiditas akan turun sebesar 13,98 persen. Wilayah yang termasuk dalam kategori tersebut yaitu Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Blitar, Malang, Banyuwangi, Pasuruan, dan Ngawi. Apabila wilayah dengan rata-rata lama sekolah lebih dari 7,53 tahun, maka angka morbiditas akan naik sebesar 1,056 persen. Wilayah yang termasuk dalam kategori tersebut adalah Kediri, Tulungagung, Kota Malang, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Lamongan, Gresik, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, dan Kota Batu. Secara visual pengelompokan wilayah dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Rata-Rata Lama Sekolah Berdasarkan Interval Titik Knot

3. Apabila X_1 , X_3 , X_5 , X_6 , dan X_7 dianggap konstan, maka pengaruh persentase penduduk miskin (X_4) terhadap angka morbiditas adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,556 - 1,687x_4 - 1,603(x_4 - 11,95)_+^1 + 6,429(x_4 - 12,81)_+^1 \\ &\quad - 2,88(x_4 - 14,55)_+^1 + C \\ &= \begin{cases} 8,556 - 1,687x_4 & , x_4 < 11,95 \\ 27,712 - 3,29x_4 & , 11,95 \leq x_4 < 12,81 \\ -54,643 + 3,139x_4 & , 12,81 \leq x_4 < 14,55 \\ -12,739 + 0,259x_4 & , x_4 \geq 14,55 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model yang diperoleh diketahui bahwa apabila wilayah dengan persentase penduduk miskin kurang dari 11,95 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 1,687 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Magetan, dan 9 kota di Jawa Timur. Apabila wilayah dengan persentase penduduk miskin berada antara 11,95 dan 12,81 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 3,29 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval tersebut adalah Kediri dan Madiun. Apabila wilayah dengan persentase penduduk miskin berada antara 12,81 dan 14,55 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 3,139 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut adalah Trenggalek, Nganjuk, dan Gresik. Apabila wilayah dengan persentase penduduk miskin berada lebih dari 14,55 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,259 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut adalah Pacitan, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Bangkalan, Sumenep, dan Sampang. Secara visual pengelompokan wilayah dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Persentase Penduduk Miskin Berdasarkan Interval Titik Knot

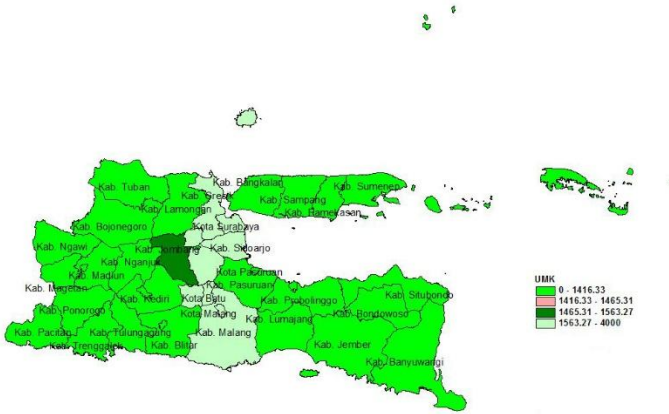
4. Apabila X_1 , X_3 , X_4 , X_6 , dan X_7 dianggap konstan, maka pengaruh Upah Minimum Kabupaten (UMK) (X_5) terhadap angka morbiditas adalah

$$\hat{y} = 8,556 + 0,0138x_5 - 0,162(x_5 - 1416,33)_+^1 - 0,382(x_5 - 1465,31)_+^1 + 0,211(x_5 - 1563,27)_+^1 + C$$

$$= \begin{cases} 8,556 + 0,0138x_5 & , x_5 < 1416,33 \\ -220,89 + 0,176x_5 & , 1416,33 \leq x_5 < 1465,31 \\ 338,858 - 0,206x_5 & , 1465,31 \leq x_5 < 1563,27 \\ 9,008 + 0,005x_5 & , x_5 \geq 1563,27 \end{cases}$$

Berdasarkan model yang dipeoleh diketahui bahwa apabila wilayah dengan UMK kurang dari 1416,33 ribu rupiah naik sebesar 10 ribu rupiah, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,138 persen. Apabila wilayah dengan UMK berada antara 1416,33 dan 1465,31 ribu rupiah naik sebesar 10 ribu rupiah, maka angka morbiditas akan naik sebesar 1,76 persen. Apabila wilayah dengan UMK berada antara 1465,31 dan 1563,27 ribu rupiah naik sebesar 10 ribu rupiah, maka angka

morbiditas akan turun sebesar 2,06 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori ini adalah Jombang. Apabila wilayah dengan UMK lebih dari 1563,27 ribu rupiah naik sebesar 10 ribu rupiah, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,05 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut yaitu Malang, Mojokerto, Kota Malang, Kota Batu, Kota Surabaya, Gresik, dan Sidoarjo.



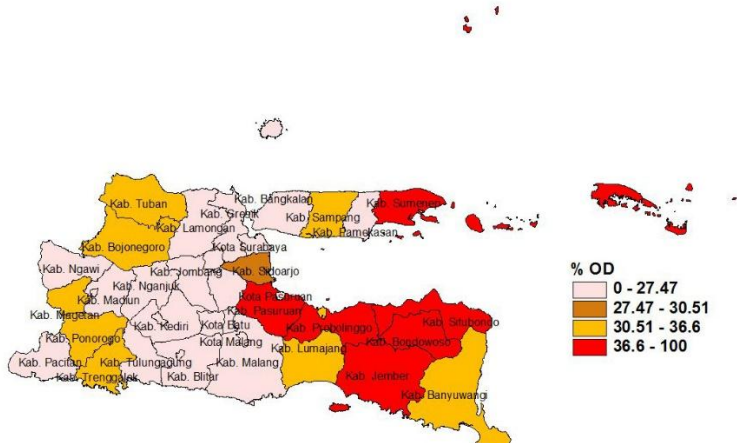
Gambar 4.13 UMK Berdasarkan Interval Titik Knot

5. Apabila X_1 , X_3 , X_4 , X_5 , dan X_7 dianggap konstan, maka pengaruh persentase rumah tangga *Open Defecation* (OD) (X_6) terhadap angka morbiditas adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,556 + 0,42x_6 - 1,338(x_6 - 27,47)_+^1 + \\ &\quad 0,291(x_6 - 30,51)_+^1 + 1,255(x_6 - 36,60)_+^1 + C \\ &= \begin{cases} 8,556 + 0,42x_6 & , x_6 < 27,47 \\ 45,672 - 0,918x_6 & , 27,47 \leq x_6 < 30,51 \\ 36,793 - 0,627x_6 & , 30,51 \leq x_6 < 36,60 \\ -9,139 + 0,628x_6 & , x_6 \geq 36,60 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model yang dipeoleh diketahui bahwa apabila wilayah dengan persentase rumah tangga OD kurang dari 27,47

naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,42 persen. Wilayah yang termasuk pada kategori tersebut adalah Pacitan, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Ngawi, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, dan Kota Batu. Apabila wilayah dengan persentase rumah tangga OD berada antara 27,47 dan 30,51 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 0,918 persen. Apabila wilayah dengan persentase rumah tangga OD berada antara 30,51 dan 36,60 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 0,627 persen. Apabila wilayah dengan persentase rumah tangga OD lebih dari 36,60 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,628 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval tersebut adalah Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, dan Sumenep.



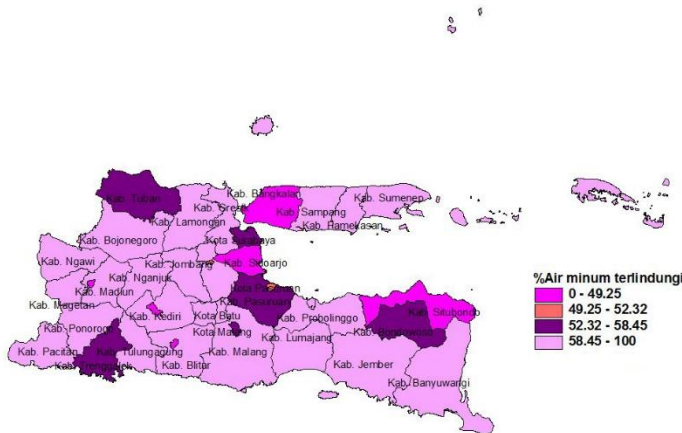
Gambar 4.14 Persentase Rumah Tangga OD Berdasarkan Interval Titik Knot

6. Apabila X_1 , X_3 , X_4 , X_5 , dan X_6 dianggap konstan, maka pengaruh persentase rumah tangga dengan jarak sumber air

minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter atau persentase rumah tangga dengan air minum terlindungi (X_7) terhadap angka morbiditas adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 8,556 + 0,77x_7 - 4,469(x_7 - 49,25)_+^1 + 5,641(x_7 - 52,32)_+^1 \\ &\quad - 1,924(x_7 - 58,45)_+^1 + C \\ &= \begin{cases} 8,556 + 0,77x_7 & , x_7 < 49,25 \\ 220,098 - 3,699x_7 & , 49,25 \leq x_7 < 52,32 \\ -75,039 + 1,942x_7 & , 52,32 \leq x_7 < 58,45 \\ 37,418 + 0,02x_7 & , x_7 \geq 58,45 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model yang diperoleh diketahui bahwa apabila wilayah dengan persentase rumah tangga dengan air minum terlindungi kurang dari 49,25 naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,77 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval tersebut adalah Sidobondo, Sidoarjo, Bangkalan, Kota Kediri, Kota Blitar, dan Kota Madiun. Apabila wilayah dengan rumah tangga dengan air minum terlindungi berada antara 49,25 dan 52,32 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 3,699 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Mojokerto dan Kota Pasuruan. Apabila wilayah dengan rumah tangga dengan air minum terlindungi berada antara 52,32 dan 58,45 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan turun sebesar 1,942 persen. Apabila wilayah dengan rumah tangga dengan air minum terlindungi lebih dari 58,45 persen naik sebesar 1 persen, maka angka morbiditas akan naik sebesar 0,028 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval tersebut adalah Kota Batu, Kota Probolinggo, Sumenep, Pamekasan, Sampang, Gresik, Lamongan, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Pacitan, Ponorogo, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Probolinggo, dan Mojokerto. Secara visual pengelompokan wilayah dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Persentase Rumah Tangga Air Minum Terlindungi Berdasarkan Interval Titik Knot

4.10 Rekomendasi Untuk Pemerintah Jawa Timur

World Health Organization (WHO) (2013) menyatakan bahwa target angka morbiditas kasar suatu wilayah sebesar kurang dari 25% . Namun pada tahun 2014 angka morbiditas Jawa Timur sebesar 30,01%. Hal ini menunjukkan bahwa angka morbiditas Jawa Timur belum mencapai target yang telah ditetapkan WHO, sehingga perlu dilakukan upaya-upaya penurunan angka morbiditas secara tidak langsung melalui pengendalian faktor-faktor yang mempengaruhi angka morbiditas. Berdasarkan model regresi nonparametrik spline didapatkan enam variabel yang berpengaruh secara signifikan. Berikut merupakan kondisi faktor-faktor yang mempengaruhi angka morbiditas yang harus dicapai oleh pemerintah Jawa Timur apabila ingin mencapai target WHO.

Berdasarkan Tabel 4.17 diketahui bahwa model optimis didapatkan dari nilai minimum seluruh variabel prediktor. Provinsi Jawa Timur akan mencapai target WHO apabila berada pada model optimis yaitu dengan angka morbiditas sebesar 15,16% dan 23,06%. Angka morbiditas yang sesuai target akan terpenuhi

apabila seluruh variabel prediktor berada pada nilai minimum kecuali variabel rata-rata lama sekolah.

Tabel 4.17 Skenario Model Angka Morbiditas

X ₁	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Prediksi	Model
387	10,16	4,59	1000	1,6	23,19	15,159	Optimis
403	10,66	4,8	1000	2,9	32,48	23,059	
442	10,81	4,86	1000	3,13	37,5	27,129	
726	7,28	11,07	1120	20,04	63,87	35,460	Middle
731	7,41	11,28	1131	22,08	64,56	34,317	
750	7,49	11,53	1135	22,83	64,79	33,175	
6236	4,62	20,49	2190	51,11	88,56	35,551	Pesimis
7691	5,36	22,38	2195	65,13	89,7	42,374	
8562	5,62	25,8	2200	76,17	98,31	49,698	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pada tahun 2014 angka morbiditas di Jawa Timur mencapai 30,21. Hal ini berarti terdapat 30 penduduk dari 100 penduduk di Jawa Timur yang mengalami keluhan sakit. Angka morbiditas tertinggi terletak pada Kota Kediri yaitu sebesar 41,24, sedangkan angka morbiditas terendah terletak pada Kabupaten Sidoarjo yaitu sebesar 21,12. Kota Kediri mempunyai angka morbiditas tertinggi di Jawa Timur karena sejak tahun 2006 kondisi lingkungan Kota Kediri tercemar oleh polusi. Polusi di Kota Kediri disebabkan oleh limbah berwujud debu putih yang dihasilkan oleh pabrik rokok yaitu PT. Gudang Garam. Tingginya lapisan debu tersebut secara rutin mengakibatkan warga Kota Kediri mengalami gangguan ISPA. Kabupaten Sidoarjo memiliki angka morbiditas terendah disebabkan karena fasilitas kesehatan Kabupaten Sidoarjo yang baik. Fasilitas kesehatan di Kabupaten Sidoarjo diantaranya adalah terdapat 25 rumah sakit dan 13 puskesmas yang dapat menjangkau tingkat kesehatan sampai ke pelosok. Selain itu, pada tahun 2013 Kabupaten Sidoarjo membentuk Program Pembangunan Terpadu Berbasis Kawasan Kemiskinan (PTBK2). Program yang dilaksanakan salah satunya adalah program jamban sehat.
2. Model regresi nonparametrik spline untuk angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur terbaik menggunakan tiga titik knot pada setiap variabel prediktor. Nilai kebaikan model atau R^2 yang diperoleh sebesar 89,72% dengan 6 variabel prediktor yang signifikan yaitu kepadatan penduduk, rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, Upah Minimum Kabupaten (UMK), persentase

rumah tangga *Open Defecation* (OD), dan persentase rumah tangga dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter. Berikut merupakan model regresi yang didapatkan.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 8,556 + 0,001x_1 + 0,229(x_1 - 3223,22)_+^1 - \\ & 0,354(x_1 - 3556,90)_+^1 + 0,124(x_1 - 4224,24)_+^1 - \\ & 4,476x_3 + 68,324(x_3 - 6,77)_+^1 - 77,828(x_3 - 7,02)_+^1 + \\ & 15,036(x_3 - 7,53)_+^1 - 1,687x_4 - 1,603(x_4 - 11,95)_+^1 + \\ & 6,429(x_4 - 12,81)_+^1 - 2,88(x_4 - 14,55)_+^1 + 0,0138x_5 - \\ & 0,162(x_5 - 1416,33)_+^1 - 0,382(x_5 - 1465,31)_+^1 + \\ & 0,211(x_5 - 1563,27)_+^1 + 0,42x_6 - 1,338(x_6 - 27,47)_+^1 + \\ & 0,291(x_6 - 30,51)_+^1 + 1,255(x_6 - 36,60)_+^1 + 0,77x_7 - \\ & 4,469(x_7 - 49,25)_+^1 + 5,641(x_7 - 52,32)_+^1 - 1,924(x_7 - 58,45)_+^1\end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut didapatkan skenario model untuk Provinsi Jawa Timur supaya dapat mencapai target angka morbiditas WHO. Model optimis didapatkan pada angka morbiditas sebesar 15,16% dan 23,06%.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu sebagai berikut.

1. Bagi penelitian selanjutnya, sebaiknya menambah jumlah variabel yang diduga berpengaruh terhadap angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur, sehingga diharapkan akan mendapatkan model yang lebih sesuai.
2. Bagi pemerintah, sebaiknya memperhatikan variabel yang mempunyai pengaruh cukup besar pada angka morbiditas di Provinsi Jawa Timur seperti persentase penduduk miskin dan persentase rumah tangga OD dengan cara memberikan bantuan fasilitas kebersihan serta penyuluhan perilaku hidup sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arola, H., Pitkanen, M., Nygrad, C.H, Huhtala, H., dan Manka, M.L. (2003). *The Connection Between Age, Job Controll, and Sickness Absences Among Finnishing Food Workers Occupational Medicine*, **53** (3), 229-230.
- Ardhiyanti, N.L.P.D. (2013). *Peningkatan Angka Morbiditas di Provinsi Bali*. Thesis: Jurusan Ilmu Ekonomi, Universitas Udayana.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2014). *Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Tahun 2014 Provinsi Jawa Timur*. Badan Pusat Statistik Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. (2009). *Statistik Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2009*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Budiantara, I.N. (2000). Metode U, GLM, CV, dan GCV dalam Regresi Nonparametrik Spline. *Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia (MIHMI)*, **6**, 41-45.
- Budiantara, I.N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI). (2008). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2008*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Draper, N.R. dan Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*, Edisi Kedua. Alih Bahasa : Bambang Sumantri. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Eubank, R. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Fuhrer, R., Shipley, M.J., Chastang, J.F., Schmaus, A., Niedhammer, I., Stansfeld, S.A., Goldberg, M. dan Marmot, M.G. (2002). Socioeconomic Position, Health, and Possible Explanations: A Tale of Two Cohorts. *American Journal of Public Health*, **92** (8), 1290-1294.

- Gujarati, D. (2003). *Basic Econometrics (Ekonometrika Dasar)*. Alih bahasa : Sumarno Zain. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hanum, D. (2013). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Morbiditas Penduduk Jawa Timur dengan Multivariate Geographically Weighted Regression (MGWR)*. Tugas Akhir: Jurusan Statistika, ITS.
- Kardjati, S., Alisjahbana, A., Kusin, J.A. (1985). *Aspek Kesehatan dan Gizi Anak Balita*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Kartasasmita, C.B. (2009). Epidemiologi Tuberkulosis. *Sari Pediatri*, **11** (2), 124-129.
- Kusbiyantoro. (2010). Strategi Mempertahankan Cakupan Pneumonia Untuk Menurunkan Angka Kesakitan dan Kematian Balita di Kabupaten Kebumen. *Pneumonia Balita Kementrian Kesehatan RI*, **3**, 12-13 .
- Lembaga Demografi UI. (2010). *Dasar-Dasar Demografi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Muzaham, F. (1995). *Memperkenalkan Sosiologi Kesehatan*. Jakarta: UI Press.
- Pamungkas, W.S. (2013). *Linieritas Analisis Regresi*. Magister Manajemen Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ramadhani, R.K. (2016). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Pengangguran Terbuka Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline di Indonesia*. Tugas Akhir: Jurusan Statistika, ITS.
- Salim, A. (2002). *Perubahan Sosial*. Yogyakarta: Tiara Wacana
- Sirusa BPS. (2016). *Angka Kesakitan (Morbiditas)*, diakses dari <https://sirusa.bps.go.id/> tanggal 10 Agustus 2016.
- Sirusa BPS. (2016). *Angka Buta Huruf (ABH)*, diakses dari <https://sirusa.bps.go.id/> tanggal 05 November 2016.
- Sirusa BPS. (2016). *Kemiskinan*, diakses dari <https://sirusa.bps.go.id/> tanggal 05 November 2016.
- Tobing, R. (2004). Kelainan Kardiovaskular Pada Sindrom Gawat Nafas Neonatus. *Sari Pediatri*, **6** (1), 40-46.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observasion Data*, SIAM Pennsylvania.

- Walpole, R.E. (1995). *Pengantar Metode Statistika*. Edisi Ketiga, Alih Bahasa : Bambang Sumantri. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pusaka Utama.
- Warouw, S.P. (2002). *Hubungan Faktor Lingkungan dan Sosial Ekonomi dengan Morbiditas (Keluhan ISPA dan Diare)*. Direktorat Penyehatan Lingkungan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Angka Morbiditas di Proviiai Jawa Timur dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahun 2014

Kabupaten/ Kota	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Pacitan	30,69	387	10,43	7,27	16,18	1000	10,76	85,32
Ponorogo	30,4	612	4,98	7,28	11,53	1000	32,31	78,17
Trenggalek	27,75	552	4,6	7,41	13,1	1000	33,79	57,89
Tulungagung	28,76	883	3,03	7,89	8,75	1107	11,67	60,37
Blitar	33,09	651	7,79	7,49	10,22	1000	15,4	67,64
Kediri	27,28	1011	6,84	7,88	12,77	1135	22,93	63,87
Malang	29,18	731	6,73	7,17	11,07	1635	20,04	77,05
Lumajang	22,31	569	12,97	6,62	11,75	1120	34,36	61,43
Jember	27,08	722	10,23	6,24	11,28	1270	44,1	77,04
Banyuwangi	38,15	442	5,01	7,1	9,29	1240	36,56	67,05
Bondowoso	39,63	482	13,09	5,36	14,76	1105	65,13	55,4
Situbondo	31,56	403	14,23	6,36	13,15	1071	76,17	37,5
Probolinggo	34,13	664	13,59	5,9	20,44	1353,75	40,69	70,89
Pasuruan	36,45	1056	5,2	7,06	10,86	1360	51,11	52,78
Sidoarjo	21,12	2898	1,95	10,11	6,4	2190	29,52	23,19
Mojokerto	33,97	1099	5,91	8,32	10,56	2050	26,86	67,26
Jombang	38,9	1108	4,34	8,28	10,8	1500	18,98	65,98
Nganjuk	32,55	808	8,29	7,67	13,14	1131	22,83	72,99
Madiun	29,4	602	11,21	7,74	12,04	1045	12,16	64,56
Magetan	28,39	888	4,43	7,99	11,8	1000	33,36	81,39
Ngawi	38,12	594	10,11	7,04	14,88	1040	12,31	71,61
Bojonegoro	22,51	532	10,76	6,73	15,48	1140	32,96	75,55
Tuban	29,49	580	13,7	6,81	16,64	1370	32,38	58,22
Lamongan	30,01	675	6,08	7,86	15,68	1220	15,53	64,79
Gresik	22,58	1003	2,46	8,87	13,41	2195	11,03	88,56

Kabupaten/ Kota	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Bangkalan	23,83	726	14,73	5,94	22,38	1102	14,9	47,14
Sampang	37,61	750	22,07	4,62	25,8	1120	30,62	80,62
Pamekasan	29,3	1051	11,73	6,55	17,74	1090	26,5	89,7
Sumenep	29,12	512	15,63	5,62	20,49	1090	41,81	65,71
Kota Kediri	41,24	4030	2,96	10,16	7,95	1165	1,6	32,48
Kota Blitar	35,27	4149	4,33	9,97	7,15	1000	6,22	45,94
Kota Malang	30,78	7691	2,55	10,81	4,8	1587	16,14	56,34
Kota Probolinggo	37,24	4200	4,43	8,24	8,37	1250	33,67	66,3
Kota Pasuruan	35,79	5088	1,48	8,68	7,34	1360	22,08	50,63
Kota Mojokerto	37,83	6236	2,56	10,06	6,42	1250	6,61	49,37
Kota Madiun	30,92	5129	3,95	10,66	4,86	1066	2,9	43,66
Kota Surabaya	28,59	8562	2,96	10,08	5,79	2200	3,13	56,83
Kota Batu	34,49	983	5,21	8,66	4,59	1580,037	8,47	98,31

Keterangan:

Y : Angka Morbiditas

X1 : Kepadatan penduduk

X2 : Angka buta huruf

X3 : Rata-rata lama sekolah penduduk 15 tahun keatas

X4 : Persentase penduduk miskin

X5 : Upah Minimum Kabupaten/ Kota (UMK)

X6 : Persentase rumah tangga *Open Defecation* (OD)

X7 : Persentase rumah tangga dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran lebih dari 10 meter

Lampiran 2. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCV1=function(para)
{
data=read.table("d://datafix.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[, (para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot1[j,i]=a[j]
}
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
for (j in 1:m)
{
for (k in 1:p)
{
```

```

if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
  data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")

```

```
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsq))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="output GCV1.csv")
write.csv(Rsq, file="output Rsq1.csv")
write.csv(knot1, file="output knot1.csv")
}
```

Lampiran 3. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCV2=function(para)
{
  data=read.table("d://datafix.txt", header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[, (i+1)]),max(data[, (i+1)]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for ( j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
    knot2=cbind(knot2,knot1)
  }
  knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
  aa=rep(1,p)
  data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
  data1=data[,2:q]
```

```

a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
for (j in 1:(2*m))
{
if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
for (k in 1:p)
{
if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else data2[k,j]=data1[k,b]-knot2[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data1,data2)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")

```

```

cat("=====\n")
print (knot2)
cat("=====\n")
cat("Rsquared dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====\n")
print (Rsquared)
cat("=====\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="output GCV2.csv")
write.csv(Rsquared, file="output Rsquared2.csv")
write.csv(knot2, file="output knot2.csv")
}

```


Lampiran 4. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCV3=function(para)
{
data=read.table("d://datafix.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
dataA=data[, (para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot2=rbind(rep(NA,3))
for (j in 1:(a2-2))
{
for (k in (j+1):(a2-1))
{
for (g in (k+1):a2)
{
xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
}
```

```

knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
for (j in 1:ncol(knot1))
{
b=ceiling(j/3)
for (k in 1:p)
{
if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data2[k,b]-knot1[i,j]
}
}
}
mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)

```

```

Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsq)
r=max(Rsq)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.csv(GCV,file="output GCV3.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq3.csv")
write.csv(knot1,file="output knot3.csv")
}

```

Lampiran 5. Program Pemilihan Titik Knot Optimal Tujuh Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCVkom=function(para)
{
data=read.table("d://datafix.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p1=length(data[,1])
q1=length(data[1,])
v=para+2
F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
diag(F)=1
x1=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X1.txt")
x2=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X2.txt")
x3=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X3.txt")
x4=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X4.txt")
x5=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X5.txt")
x6=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X6.txt")
x7=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X7.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=7,ncol=3^7)
m=0
for (ii in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
for (s in 1:3)
for (ee in 1:3)
for (jj in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(ii,j,k,l,s,ee,jj)
}
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^7)
R=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^7)
for (i in 1:3^7)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
```

```

{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1: nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}

else
if (a[i,2]==2)
{
gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x2[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+2)])
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else

```

```

if (a[i,3]==2)
{
gab=as.matrix(x3[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))

```

```

{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,5]==1)
{
gab=as.matrix(x5[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])

```



```

gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,6]==1)
{
gab=as.matrix(x6[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+5)])
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,6]==2)
{
gab=as.matrix(x6[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+5)], data[, (v+5)]))
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x6[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+5)], data[, (v+5)], data[, (v+5)]))
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}

```

```

}
if (a[i,7]==1)
{
gab=as.matrix(x7[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+6)])
ggg=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ggg[w,j]=0 else ggg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,7]==2)
{
gab=as.matrix(x7[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+6)],data[, (v+6)]))
ggg=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ggg[w,j]=0 else ggg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x7[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+6)],data[, (v+6)],data[, (v+6)]))
ggg=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ggg[w,j]=0 else ggg[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee,dd,ff,ggg))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)), data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B

```

```

SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
R[i]=Rsqr
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
splines=x5[,4:6]
if (a[i,6]==1) spline6=x6[,1] else
if (a[i,6]==2) spline6=x6[,2:3] else
spline6=x6[,4:6]
if (a[i,7]==1) spline7=x7[,1] else
if (a[i,7]==2) spline7=x7[,2:3] else
spline7=x7[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines,spline6,spline7)
cat("=====", "\n")
print(i)

```

```
print(kkk)
print(Rsq)
}
}
```

Lampiran 6. Program Pemilihan Titik Knot Optimal Enam Variabel dengan Kombinasi Titik Knot Menggunakan *Software R*

```
GCVkom=function(para)
{
data=read.table("d://data66.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p1=length(data[,1])
q1=length(data[1,])
v=para+2
F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
diag(F)=1
x1=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X1.txt")
x2=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X2.txt")
x3=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X3.txt")
x4=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X4.txt")
x5=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X5.txt")
x6=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//X6.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=6,ncol=3^6)
m=0
for (ii in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
for (s in 1:3)
for (ee in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(ii,j,k,l,s,ee)
}
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^6)
R=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^6)
for (i in 1:3^6)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
```

```

gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1: nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}

```

```

}
else
if (a[i,2]==2)
{
gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x2[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+2)])
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,3]==2)
{
gab=as.matrix(x3[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)

```

```

for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else

```



```

{
gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,5]==1)
{
gab=as.matrix(x5[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,6]==1)
{
gab=as.matrix(x6[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+5)])
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,6]==2)
{
gab=as.matrix(x6[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+5)],data[, (v+5)]))
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x6[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+5)],data[, (v+5)],data[, (v+5)]))
ff=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ff[w,j]=0 else ff[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee,dd,ff))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)), data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)

```

```

B=C%*(t(mx)%data[,1])
yhat=mx%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
R[i]=Rsq
MSE=SSE/p1
A=mx%C*t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
splines=x5[,4:6]
if (a[i,6]==1) spline6=x6[,1] else
if (a[i,6]==2) spline6=x6[,2:3] else
spline6=x6[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines,spline6)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)

```

```
print(Rsq)
}  
write.csv(GCV,file="output GCVkom6.csv")  
}
```

Lampiran 7. Program Estimasi Parameter dengan Tiga Titik Knot

```

uji=function(alpha,para)
{
  data=read.table("d://data66.txt",header=FALSE)
  knot=read.table("d://TUGASAKHIR//X7//KNOT3.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  ybar=mean(data[,1])
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)
  dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+6],data[,m+6],data[,m+6])
  dataA=as.matrix(dataA)
  satu=rep(1,p)
  n1=ncol(knot)
  data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
  for (i in 1:n1)
  {
    for(j in 1:p)
    {
      if (dataA[j,i]<knot[i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[i]
    }
  }
  mx=cbind(satu,
            data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.knot[,7:9],data[,5],data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13:15],data[,7],data.knot[,16:18],data[,8],data.knot[,19:21])
  mx=as.matrix(mx)
  print(mx)
  B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
  cat("=====", "\n")
  cat("Estimasi Parameter", "\n")
  cat("=====", "\n")
  print (B)
  n1=nrow(B)
  yhat=mx%*%B
  res=data[,1]-yhat

```

```

SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsq=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}
else
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
  thit[i]=B[i,1]/SE[i]
  pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
}

```

```

if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
                        pvalue",pval[i],"\\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor
                        tidak signifikan dengan pvalue",pval[i],"\\n")
}

thit=as.matrix(thit)
cat("=====","\\n")
cat("nilai t hitung","\\n")
cat("=====","\\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance","\\n")
cat("=====","\\n")
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit","\\n")
cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\\n")
cat("Error        ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\\n")
cat("Total        ",p-1," ",SST,"\\n")
cat("=====","\\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"\\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\\n")
write.csv(mx,file="hasil mx.csv")
write.csv(res,file="output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="output uji yhat.csv")
write.csv(B,file="output B.csv")
write.csv(thit,file="output thit.csv")
}

```

Lampiran 8. Program Uji Glejser untuk Tiga Titik Knot

```

glejser=function(alpha,para)
{
data=read.table("d:/data66.txt")
knot=read.table("d://TUGASAKHIR//X6//KNOT3.txt",header=FALSE)
res=read.table("d:/residual.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+5],data[,m+5],data[,m+5])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:6],data[,4],data.knot[,7:9],data[,5],
data.knot[,10:12],data[,6],data.knot[,13:15],data[,7],data.knot[,16:18])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)

```



```

MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)* 100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan atau terjadi
heteroskedastisitas","\n")
cat("","\n")
}
else
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau
tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
cat("","\n")
}
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit","\n")
cat("Regresi      ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error        ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
cat("Total        ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsqr=",Rsqr,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}

```

Lampiran 9. Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	44,060	553,837	1,900	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
2	48,471	720,673	2,320	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
3	49,233	887,510	2,741	4,999	5,889	1073,469	6,166	27,789
4	48,106	1054,347	3,161	5,125	6,321	1097,959	7,687	29,322
5	47,121	1221,184	3,581	5,252	6,754	1122,449	9,209	30,855
6	45,718	1388,020	4,001	5,378	7,187	1146,939	10,731	32,388
7	43,775	1554,857	4,421	5,504	7,620	1171,429	12,253	33,921
8	41,729	1721,694	4,842	5,631	8,053	1195,918	13,775	35,454
9	40,239	1888,531	5,262	5,757	8,486	1220,408	15,297	36,988
10	38,983	2055,367	5,682	5,883	8,919	1244,898	16,818	38,521
.
.
.
48	37,774	8395,163	21,650	10,684	25,367	2175,510	74,648	96,777

Lampiran 10. Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	47,911	387,000	1,480	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		553,837	1,900	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
2	52,923	387,000	1,480	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		720,673	2,320	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
3	50,202	387,000	1,480	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		887,510	2,741	4,999	5,889	1073,469	6,166	27,789
4	49,178	387,000	1,480	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		1054,347	3,161	5,125	6,321	1097,959	7,687	29,322
5	47,941	387,000	1,480	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		1221,184	3,581	5,252	6,754	1122,449	9,209	30,855
.
.
.
1225	37,774	8395,163	21,650	10,684	25,367	2175,510	74,648	96,777
		8562,000	22,070	10,810	25,800	2200,000	76,170	98,310

Lampiran 11. Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Tujuh Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	52,80	553,84	1,90	4,75	5,02	1024,49	3,12	24,72
		720,67	2,32	4,87	5,46	1048,98	4,64	26,26
		887,51	2,74	5,00	5,89	1073,47	6,17	27,79
2	46,54	553,84	1,90	4,75	5,02	1024,49	3,12	24,72
		720,67	2,32	4,87	5,46	1048,98	4,64	26,26
		1054,35	3,16	5,13	6,32	1097,96	7,69	29,32
3	46,70	553,84	1,90	4,75	5,02	1024,49	3,12	24,72
		720,67	2,32	4,87	5,46	1048,98	4,64	26,26
		1221,18	3,58	5,25	6,75	1122,45	9,21	30,86
.
.
.
17296	38,11	8061,49	20,81	10,43	24,50	2126,53	71,60	93,71
		8228,33	21,23	10,56	24,93	2151,02	73,13	95,24
		8395,16	21,65	10,68	25,37	2175,51	74,65	96,78

Lampiran 12. Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	38,836	553,837	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
2	41,738	720,673	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
3	41,998	887,510	4,999	5,889	1073,469	6,166	27,789
4	41,055	1054,347	5,125	6,321	1097,959	7,687	29,322
5	40,364	1221,184	5,252	6,754	1122,449	9,209	30,855
6	39,296	1388,020	5,378	7,187	1146,939	10,731	32,388
7	37,992	1554,857	5,504	7,620	1171,429	12,253	33,921
8	36,544	1721,694	5,631	8,053	1195,918	13,775	35,454
9	35,458	1888,531	5,757	8,486	1220,408	15,297	36,988
10	33,501	2055,367	5,883	8,919	1244,898	16,818	38,521
.
.
.
48	37,921	8395,163	10,684	25,367	2175,510	74,648	96,777

Lampiran 13. Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	41,767	387,000	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		553,837	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
2	45,484	387,000	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		720,673	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
3	43,313	387,000	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		887,510	4,999	5,889	1073,469	6,166	27,789
4	42,099	387,000	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		1054,347	5,125	6,321	1097,959	7,687	29,322
5	41,190	387,000	4,620	4,590	1000,000	1,600	23,190
		1221,184	5,252	6,754	1122,449	9,209	30,855
.
.
.
1225	37,921	8395,163	10,684	25,367	2175,510	74,648	96,777
		8562,000	10,810	25,800	2200,000	76,170	98,310

Lampiran 14. Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Pada Enam Variabel Prediktor

No	GCV	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	45,733	553,837	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
		720,673	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
		887,510	4,999	5,889	1073,469	6,166	27,789
2	48,052	553,837	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
		720,673	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
		1054,347	5,125	6,321	1097,959	7,687	29,322
3	47,502	553,837	4,746	5,023	1024,490	3,122	24,723
		720,673	4,873	5,456	1048,980	4,644	26,256
		1221,184	5,252	6,754	1122,449	9,209	30,855
.
.
.
17296	35,503	8061,490	10,431	24,501	2126,531	71,604	93,711
		8228,327	10,557	24,934	2151,020	73,126	95,244
		8395,163	10,684	25,367	2175,510	74,648	96,777

Lampiran 15. Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi
Parameter Model Pada Tujuh Variabel Prediktor

=====

Estimasi Parameter

=====

[,1]	
[1,]	2.154565848
[2,]	0.013961886
[3,]	-0.140102307
[4,]	0.528130097
[5,]	-0.402206048
[6,]	-0.083333966
[7,]	-4.699343851
[8,]	23.094154419
[9,]	-15.740835141
[10,]	-2.263986463
[11,]	-7.913182468
[12,]	7.199093014
[13,]	0.461064115
[14,]	-0.599619892
[15,]	-0.838916002
[16,]	10.559162643
[17,]	-11.578303228
[18,]	0.006334606
[19,]	-0.094985850
[20,]	1.332379129
[21,]	-1.302318180
[22,]	-0.263188225
[23,]	1.391913773
[24,]	-13.827019052
[25,]	13.451647109
[26,]	0.900742784
[27,]	-3.081080623
[28,]	12.044078330
[29,]	-9.979173703

Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi     28  960.1309  34.29039  5.301896
Error       9   58.20814  6.467571
Total      37  1018.339
=====
```

s= 2.543142 Rsq= 94.28401

pvalue(F)= 0.00633783

Lampiran 16. Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi
Parameter Model Pada Enam Variabel Prediktor

=====

Estimasi Parameter

=====

[,1]	
[1,]	8.55649226
[2,]	0.00122018
[3,]	0.22870968
[4,]	-0.35375667
[5,]	0.12436352
[6,]	-4.47673847
[7,]	68.32452154
[8,]	-77.82820316
[9,]	15.03639524
[10,]	-1.68678281
[11,]	-1.60313034
[12,]	6.42914537
[13,]	-2.88035749
[14,]	0.01377670
[15,]	0.16229833
[16,]	-0.38210953
[17,]	0.21159271
[18,]	0.42028391
[19,]	-1.33769591
[20,]	0.29081032
[21,]	1.25544413
[22,]	0.77068232
[23,]	-4.46892146
[24,]	5.64108157
[25,]	-1.92371700

Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Kesimpulan hasil uji individu

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001726895

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.7385504

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0009411746

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0008567234

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001610568
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0402232
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 4.504103e-05
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 9.144789e-05
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.03512317
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01879946
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.5939143
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1281462
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1402506
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04379694
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1843885
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0441818
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.009542325
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02294205
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1856319
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.8135687
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.05398731
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.008386409
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.03980943
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.03286447
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01872667

Analysis of Variance

```
=====
Sumber    df    SS    MS    Fhit
Regresi   24   925.9694  38.58206  4.730695
Error     13   106.0239  8.155685
Total     37   1031.993
=====
```

s= 2.855816 Rsq= 89.7263

pvalue(F)= 0.002738234

Lampiran 17. Output Uji Glejser

Kesimpulan hasil uji serentak				

Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas				
Analysis of Variance				
=====				
Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	24	40.57802	1.690751	0.6434989
Error	13	34.15664	2.627434	
Total	37	74.73466		
=====				
s= 1.620936 Rsq= 54.29612				
pvalue(F)= 0.8308435				

Lampiran 18. Surat Pernyataan Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS :

Nama : Krisna Wulandari
NRP : 1313100002

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian/ buku/ Tugas Akhir/ Thesis/ publikasi lainnya yaitu :

Sumber : Website Badan Pusat Statistik Jawa Timur
Website Sanitasi Total Berbasis Masyarakat Indonesia (STBM)

Keterangan :

1. Laporan Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Jawa Timur Tahun 2014
2. Laporan Statistik Pendidikan Provinsi Jawa Timur Tahun 2014
3. Tabel Data Kemiskinan Provinsi Jawa Timur Tahun 2014
4. Tabel Data UMK Provinsi Jawa Timur Tahun 2014
5. Tabel Data Kepadatan Penduduk Provinsi Jawa Timur Tahun 2014
6. Data persentase penduduk BABS Provinsi Jawa Timur Tahun 2014

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

Surabaya, Januari 2017

(Prof. Dr. I Nyoman Budiantara., M.Si)
NIP. 19650603 198903 1 003

(Krisna Wulandari)
NRP. 1313100002

*(coret yang tidak perlu)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Krisna Wulandari lahir di Kota Kediri pada 14 Mei 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Tosaren IV, SMP Negeri 4 Kota Kediri, dan SMA Negeri 1 Kota Kediri. Penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi yaitu di jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur SNMPTN. Semasa perkuliahan, penulis mengikuti organisasi dan kepanitiaan diantaranya adalah Staff *Public Relation* Professional Statistics (PSt) HIMASTA-ITS 2014/2015, Bendahara CERITA Pekan Raya Statistika (PRS) 2015, Sie Acara GERIGI ITS 2014, dan Sekretaris PSt HIMASTA-ITS 2015/2016. Selama perkuliahan, penulis pernah mendapatkan beasiswa dari Yayasan Asahi Glass Indonesia (YAGI), PPA DIKTI, dan Yayasan Pelayanan Kasih A&A Rachmat. Prestasi yang pernah diraih penulis yaitu Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Bidang Penelitian didanai DIKTI. Untuk berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir, hubungi penulis melalui:
Email : krisnaa.wulandari@gmail.com

(Halaman ini sengaja dikosongkan)